

1° Convegno Internazionale

Costruiamo con l'

Acciaio

ATTI del CONVEGNO

Presentazione

Gian Carlo Coracina

I casi di edifici a torre a base quadra

Gianugo Polesello

L'architettura dell'acciaio

Claude Vasconi

Aspetti tecnici ed economici nella scelta dell'acciaio

Giulio Ballio

Testimonianze sull'impiego dell'acciaio

Giorgio Romaro

Flessibilità e componibilità delle facciate metalliche

Dante Benini

La progettazione strutturale: normative italiane ed europee

Luca Sanpaulesi

Presenza dell'acciaio nei prodotti e nelle opere complementari del costruire

Francesco P. De Martino

Il montaggio degli elementi strutturali in acciaio

Stefano Calzolari

Sicurezza al fuoco: nuove tendenze in Europa

Jean B. Schleich

Comportamento al fuoco Normative vigenti e prospettive future

Ugo Bonessio

Architettura e tecnologia delle facciate metalliche

Luca Bartolini

Protezione delle superfici zincate

Pierluigi Bonora

Confronto dei costi fra costruzioni multipiano in c.a. e acciaio nel Regno Unito

Ian Fleming Cox

Il sistema SLIMDECK caratteristiche particolari, vantaggi e applicazioni

Peter J. Wright

L'impiego della carpenteria metallica negli interventi di restauro strutturale

Federico M. Mazzolani

Conclusioni

Salvatore Mura

Enti patrocinatori

Università di Padova, Facoltà di Ingegneria
Istituto Universitario di Architettura di Venezia
Ordine degli Ingegneri della Provincia di Padova
Ordine degli Architetti della Provincia di Padova
Collegio dei Geometri della Provincia di Padova
Federazione Ordini degli Ingegneri del Veneto
Consiglio Nazionale Ingegneri
Collegio Tecnici dell'Acciaio
Consiglio Nazionale degli Architetti
Consiglio Nazionale dei Geometri

Comitato Scientifico

Giulio Ballio
Federico Mazzolani
Giorgio Romaro
Enzo Siviero
Giancarlo Turrini
Carlo Urbano
Gian Carlo Coracina
Pierantonio Barizza
Flavio Pedrocchi
Alberto Vintani

MONOGRAFIE

di

GALILEO

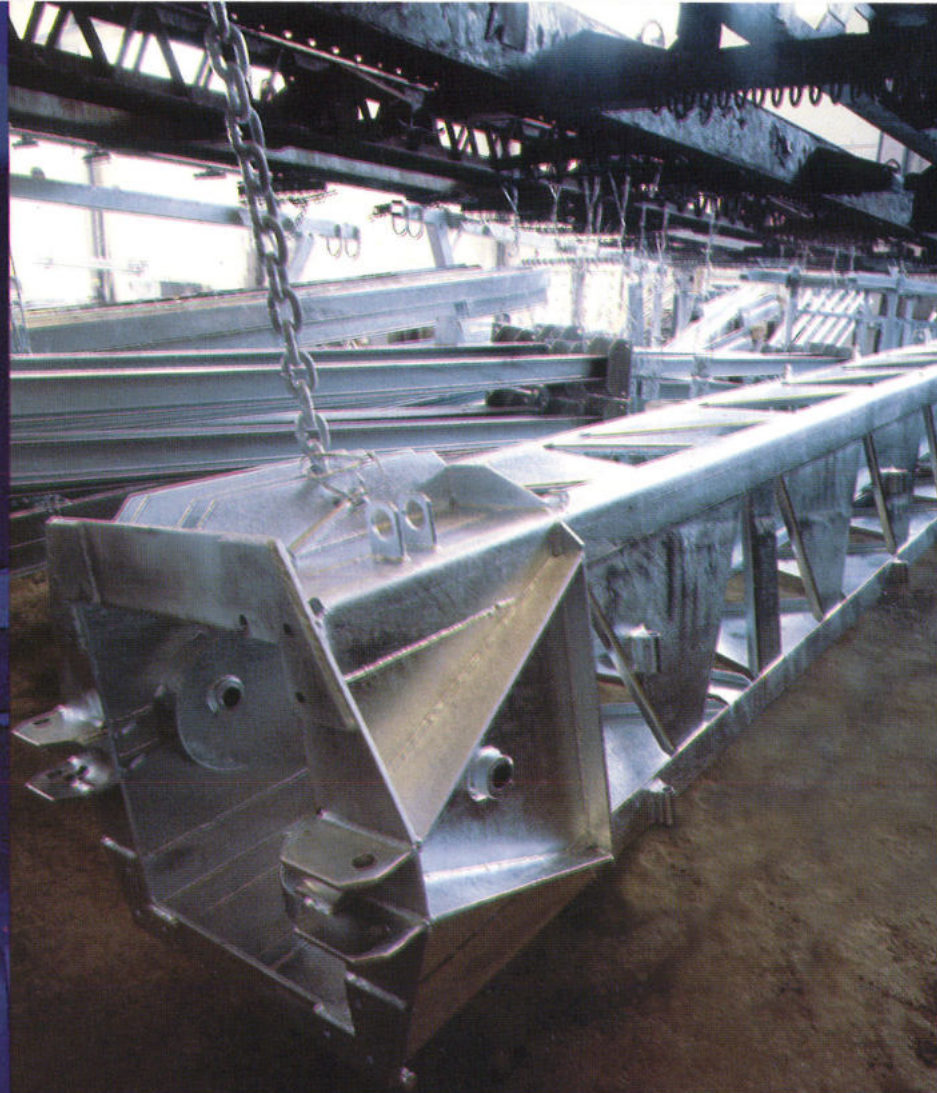
Secondo supplemento a «Galileo» 107, Settembre 1998. Spedizione in abbonamento postale 45%, art. 2, comma 20/b, legge 662/96, Filiale di Padova: Copia omaggio. In caso di mancato recapito restituire a: Collegio degli Ingegneri, Via Scrovegni 29, 35131 Padova. ISSN 1122-9160. Contiene IP e IR.



ISO 9002
Cert. n. 0145/1



ISO 9002
Cert. n. 0140/1



Zincatura a caldo: protezione a Qualità Totale

85.000 tonnellate l'anno di acciaio lavorato

140.000 mq scoperti per stoccaggio

25.000 mq di stabilimenti coperti

2 vasche: 15,5 x 1,75 x 3 m (Zincol), 8,5 x 2 x 3 m (Bertrams)

40 anni di esperienza

**Zincatura a caldo di carpenteria generale
a norme CEI, DIN, UNI, ASTM, BS**

Imballaggio e packing-list, stoccaggio materiale, trasporti, premontaggi, post-trattamenti, collaudi
Certificazione Sistema Qualità secondo norme UNI EN ISO 9002



Via Matteotti, 24 36021 Barbarano Vicentino (VI)
Tel. 0444 784200 Fax 0444 784210

Via Roncisvalle, 31 37135 Verona
Tel. 045 501588 Fax 045 501176

MONOGRAFIE DI GALILEO

RIVISTA DI INFORMAZIONE, ATTUALITÀ E CULTURA



1° CONVEGNO INTERNAZIONALE COSTRUIAMO CON L'ACCIAIO

Abano Terme, Padova, 19 giugno 1998

ATTI A CURA DI
PIERANTONIO BARIZZA
E FLAVIO PEDROCCO

Secondo supplemento a «Galileo» n. 107, settembre 1998 • Editore Collegio degli Ingegneri della Provincia di Padova, Via degli Scrovegni 29, 35131 Padova, Telefono e Fax 049.875.6160 • Pubblicità e impaginazione Queen's Srl, Via Paolotti 7, 35121 Padova, Telefono e fax 049.875.9328, e-mail: pariseda@gpnet.it • Stampa La Photograph, Via I. da Zara 8, 35020 Albignasego, Pd, Tel. 049.862.5690, Fax 049.862.5691 • Autorizzazione Tribunale di Padova n. 1118 del 15 marzo 1989 • Spedizione in abbonamento postale 45%, art. 2, comma 20/b, legge 662/96, Filiale di Padova • ISSN 1122-9160 • Tutela della privacy Qualora siano allegati alla rivista, o in essa contenuti, questionari oppure cartoline commerciali, si rende noto che i dati trasmessi verranno impiegati a scopo di indagine di mercato e di contatto commerciale, ex D.L. 123/97. Si informano gli abbonati che il loro indirizzo potrà essere impiegato anche per l'inoltro di altre riviste o di proposte commerciali. È diritto dell'interessato richiedere la cancellazione o la rettifica, ai sensi della L. 675/96 • Avvertenza Le notizie riportate sono desunte da fonti ritenute attendibili, tuttavia la Direzione avverte i lettori che non si assume alcuna responsabilità per eventuali danni causati da informazioni errate. Gli articoli firmati esprimono solo l'opinione dell'autore e non impegnano in alcun modo né l'editore né la redazione.

Gli Atti si possono consultare anche nel sito Internet:
www.iperv.it/acciaio

2

Presentazione

Geom. Gian Carlo Coracina, Vice Presidente ACAI

3

I casi di edifici a torre a base quadra

Prof. Arch. Gianugo Polesello, IUAV, Venezia

4

L'architettura dell'acciaio

Arch. Claude Vasconi, Parigi

6

Aspetti tecnici ed economici nella scelta dell'acciaio

Prof. Ing. Giulio Ballio, Politecnico di Milano

12

Testimonianze sull'impiego dell'acciaio

Prof. Ing. Giorgio Romaro, Studio Romaro, Padova

16

Flessibilità e componibilità delle facciate metalliche

Arch. Dante Benini, D.O. Benini & Partners, Milano

17

La progettazione strutturale: normative italiane ed europee

Prof. Ing. Luca Sanpaulesi, Università di Pisa

20

Presenza dell'acciaio nei prodotti e nelle opere complementari del costruire

Ing. Francesco P. De Martino, Studio di Ingegneria, Genova

24

Il montaggio degli elementi strutturali in acciaio

Ing. Stefano Calzolari, SCL, Milano

30

Sicurezza al fuoco: nuove tendenze in Europa

Ing. Jean B. Schleich, Profil Arbed, Lussemburgo

31

Comportamento al fuoco. Normative vigenti e prospettive future

Ing. Ugo Bonessio, Centro Studi VV.F., Roma Le Capannelle

34

Architettura e tecnologia delle facciate metalliche

Arch. Luca Bartolini, Permasteelisa, San Vendemmiario, Treviso

40

Protezione delle superfici zincate

Prof. Ing. Pierluigi Bonora, Università di Trento

46

Confronto dei costi fra costruzioni multipiano in cemento armato e acciaio nel Regno Unito

Mr Ian Fleming Cox, British Steel, Londra

51

Il sistema SLIMDECK: caratteristiche particolari, vantaggi e applicazioni

Mr Peter J. Wright, British Steel, Londra

54

L'impiego della carpenteria metallica negli interventi di restauro strutturale

Prof. Ing. Federico M. Mazzolani, Università di Napoli

61

Conclusioni

Ing. Salvatore Mura, Presidente ACAI



siderurgica gabrielli s.p.a.

TOSONI
OFFICINE TOSONI LINO S.p.A.



GRUPPO MARCEGAGLIA

ALESSIO TUBI
GRUPPO USINOR



Dufredofin Spa

Cassa di Risparmio
di Padova e Rovigo S.p.A.

FRACASSO
METALMECCANICA FRACASSO spa

SCANDIUZZI
PETRELIC CONSTRUCTIONS - INDUSTRIAL PLANTS



ITALVIE
PROTECT



AKZO NOBEL

OLFEZ

LORENZON
Techmec System s.r.l.

CREA

Concrete srl
PROGRAMMI PER L'INGEGNERIA CIVILE

TECNARIA

ZINCHERIA
VALBRENTA S.r.l.

Bertrams
ZINCATURA A CALDO

ZINCL

FICEP
S.p.A.

AMV

CASTALIA

maeg



EUROTRAVI S.r.l.



StruCAD

CAMEF
CARPENTERIA METALLICA FRIULANA

Veneziani spa



steel&graphics
ArTen

LA MAGONA D'ITALIA

PRESENTAZIONE

Gian Carlo Coracina
Vice Presidente ACAI

Nella veste di coordinatore di **Promozione Acciaio**, ho l'onore di presentare questa monografia che raccoglie i contributi dei relatori del Convegno **COSTRUIAMO CON L'ACCIAIO**, che ha voluto essere un invito a utilizzare l'acciaio nelle costruzioni civili e industriali, a utilizzarlo in modo intelligente, senza particolari riserve: se ne possono ottenere vantaggi sotto l'aspetto estetico e realizzativo e anche economico.

Cosa significa **Promozione Acciaio**? Quale finalità si prefigge?

Promozione Acciaio è un organismo sorto per volontà di alcune associazioni di categoria quali ACAI, FEDERACCIAI, AIZ, AIP-PEG, ASSOFERMET, che rappresentano le aziende che operano con l'acciaio e per l'acciaio.

Questo organismo promuove e coordina una vasta gamma di attività culturali svolte prevalentemente presso Università, Collegi e Ordini professionali, Enti normatori, ma anche presso le Pubbliche Amministrazioni, le grosse Società di Ingegneria e di Costruzioni.

Promozione Acciaio, in collaborazione con il Collegio degli Ingegneri di Padova, ha dato vita a un convegno di largo respiro sull'acciaio nelle costruzioni con lo scopo di dare risposte e suggerimenti sull'uso dell'acciaio, analizzandone le possibilità espressive, architettoniche,

realizzative, sino a verificarne l'economicità.

Ebbene sì! Vogliamo dare un segnale: l'acciaio deve tor-

nare a essere protagonista del mondo delle costruzioni.

Il mondo delle costruzioni in acciaio vuole uscire dal lungo periodo di silenzio nel quale si è trovato confinato negli ultimi anni.

Vuole far apprezzare le caratteristiche prestazionali di questo prodotto, sicuramente conosciuto dai più in maniera generica e di cui pochi conoscono le effettive potenzialità realizzative e di convenienza se ben utilizzato.

L'uso dell'acciaio nelle costruzioni, per molti vuol dire o *grandi opere*:

- ponti sospesi, piattaforme off-shore, rampe di lancio per missili, grattacieli; oppure *opere dell'effimero*:

- arredo urbano, recinzioni, cartellonistica.

No, signori, l'acciaio può e deve essere presente nelle *opere del quotidiano*, nelle costruzioni di tutti i giorni, perché può esserci convenienza, se correttamente ricercata. Purtroppo molti luoghi comuni nel tempo hanno via via precluso la strada dell'alternativa-acciaio nelle costruzioni, perché ritenuto materiale:

- poco plasmabile e inespressivo;
- non resistente al fuoco;
- elastico;
- costoso rispetto ad altri prodotti, e così via.

Il convegno speriamo abbia contribuito a fugare le riserve esistenti, dimostrando semmai il contrario e mostrando nella giusta luce l'acciaio come materiale da costruzione non sostitutivo di ... ma alternativo a ...

È infatti questo che oggi noi chiediamo: un diverso approccio con l'acciaio, un confronto sereno che non lo penalizzi ancor prima di iniziare a fare qualsiasi ipotesi di paragone.

Alla luce di quanto detto, mi preme rivolgere ai lettori un invito: chi intende usare l'acciaio nelle costruzioni, si metta preventivamente nelle condizioni di progettare prima e costruire poi con e per l'acciaio.

Ancora un augurio che questo contributo di relazioni tecniche e di testimonianze possa risultare per tutti interessante e proficuo.

Buon lavoro! ♦



37135 VERONA - VIA A. RIGHI, 7 VERONA
TEL. 045/8088911 - 8088987 - FAX 045/504375
E-mail: mannivr@gruppomanni.it

LAMIERE IN QUALITÀ

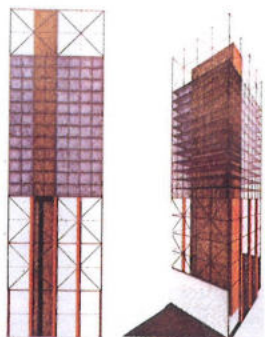
26013 CREMA (CR) - VIA GAETA, 23
TEL. 0373/890011 - FAX 0373/82364
E-mail: mannivr@gruppomanni.it

I CASI DI EDIFICI A TORRE A BASE QUADRA

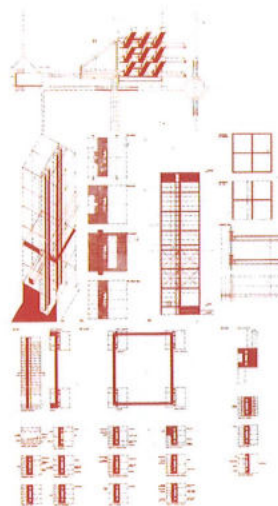
Gianugo Polesello
IUAV, Venezia

Centro Direzionale

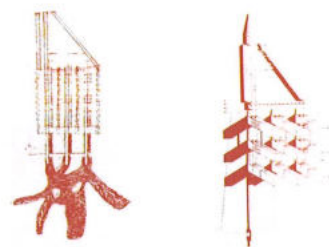
Firenze – 1977



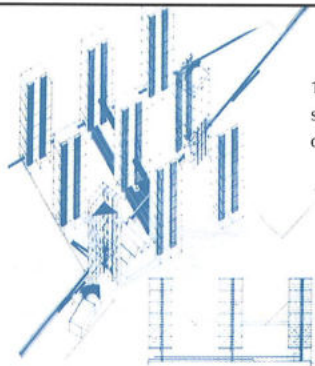
1. Prospettiva e sezione della torre.



2. Assonometria generale, schema assonometrico, piante e sezione del gruppo delle nove torri.



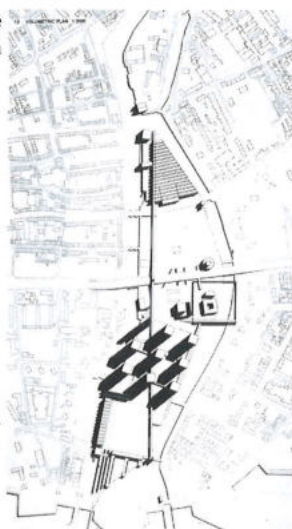
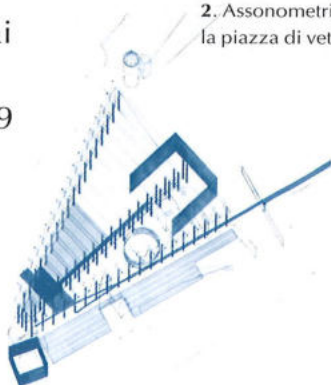
3. Disegno preliminare del progetto e planimetria zenitale/ombre.



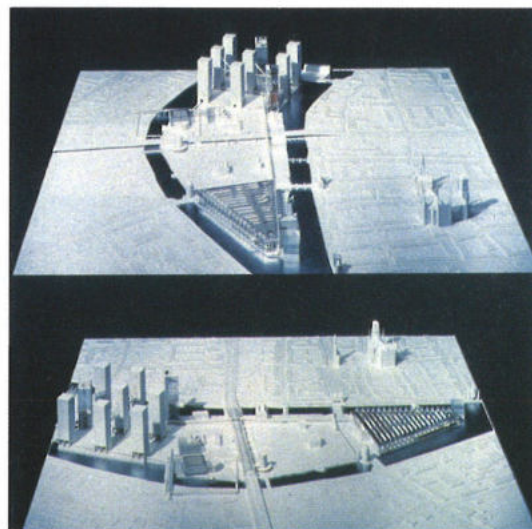
1. Assonometria e sezione della città degli affari.



2. Assonometria della piazza di vetro.



3. Planivolumetria.



4. Vedute del modello.

Isola dei Granai

Danzica – 1989

Cfr. anche G. Polesello – *Architetture 1960-1992*, Electa, Milano 1992 (pp. 19 e sgg., 39 e sgg., 148 e sgg., 32 e sgg., 91 e sgg., 37 e sgg., 103 e sgg.).

LAMIERE DA COSTRUZIONE

SECONDO NORMATIVA EUROPEA EN 10025 - LEGGE 1086 - D.M. 9-1-1996

CON CERTIFICATO DI ANALISI CHIMICA E PROVE MECCANICHE
SECONDO EN 10204 3.1.B

TOLLERANZE DI FORMA SECONDO EN 10029

L'ARCHITETTURA DELL'ACCIAIO

Claude Vasconi
Architetto, Parigi



Palais des Congrès
Reims – 1990-94

Le pareti in acciaio scuro traforato conferiscono ai due auditorium del palazzo un'atmosfera «metallica» interrotta solo dal pavimento in legno. Per l'acustica Vasconi ha lavorato in stretto contatto con Albert Xu, della Cité de la Musique di Parigi.

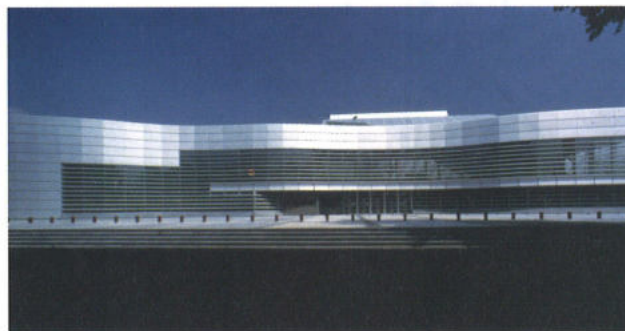


Una galleria in vetro e metallo mette in comunicazione le due parti principali del palazzo dei congressi.



Il linguaggio si ispira a quello dell'architettura industriale. La costruzione, in cemento armato, è rivestita di fogli di alluminio anodizzato di 3 mm di spessore, lavorati ad arte con angolari precurvati.

La filature
Centro d'arte
Mulhouse – 1988-93



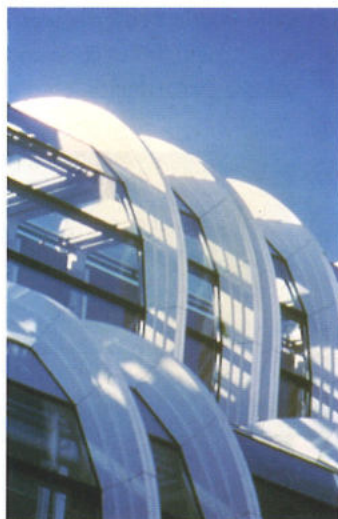
Di grande impatto scenografico, il centro d'arte raggiunge un'altezza di 35 metri. Sopra la facciata sud-est con ingresso principale e a sinistra la facciata retrostante. I movimenti ondulatori invitano i passanti a entrare nel centro d'arte.



L'atrio-galleria mette in comunicazione i due settori principali: stazione e centro acquisti.

Lilleurope
Lille – 1990-95

Dettaglio delle connessioni e dei cavi metallici che reggono i 23 piani della torre.



Forum des Halles Paris
Centro acquisti – 1973-79



Le Credo
Centro R&S
Colmar – 1991-93



Parc d'Exposition de Paris
Nord-Villepinte – 1993

PRODOTTI: LAMIERE - TRAVI - PROFILATI - PANNELLI - POLICARBONATO

CENTRI SERVIZI: TRAVI
PRELAVORATE

LAMIERE
OSSITAGLIATE A CESCOATE

PANNELLI ISOPAN
A MISURA

POLICARBONATO
A MISURA

ASPETTI TECNICI ED ECONOMICI NELLA SCELTA DELL'ACCIAIO

Giulio Ballio

Politecnico di Milano

Confesso pubblicamente il mio imbarazzo nel trattare il tema che mi è stato assegnato di fronte a un pubblico così vasto di operatori del settore, di architetti, di ingegneri.

Sono un ingegnere strutturista e quindi sono una di quelle figure che progettisti e committenti pubblici e privati spesso sperano di non trovare sulla propria strada; spesso giustamente perché noi ingegneri strutturisti poniamo limiti alla libertà di espressione degli architetti, perché facciamo spendere soldi ai committenti per parti della costruzione che spesso non possono vedere e non possono mostrare.

La mia deformazione professionale mi porta a ricercare come fatto prioritario la struttura portante, la sua tipologia, i suoi collegamenti. Spesso non sono capace di afferrare l'estetica, la forma, la funzione, l'inserimento nel contesto ambientale, culturale ed economico. Sono un po' come quel mio amico professore di radiologia; egli mi confessava di sentirsi terribilmente depresso perché così deformato professionalmente da essere ridotto a pensare allo scheletro e alla conformazione delle ossa anche quando vedeva una donna attraente e piena di fascino. Ciò premesso passo ad altre confessioni personali.

La mia prima tentazione è stata quella di ripercorrere con una visione storica i progressi della costruzione in acciaio e il suo impatto con la società civile e industriale.



Sarei partito dai palazzi di vetro inglesi, nella foto il **Palm House** del 1844 progettato da Decimus Burton, definito un perfetto esempio di architettura vittoriana. Oggi, dopo 150 anni, è stato rinnovato nelle finiture e in alcuni particolari strutturali, ma è ancora integro nella sua originale concezione. Sarei poi passato alla scuola di Chicago con i suoi grattacieli. Qui di seguito vedete il primo nato, il **Leiter Building** del 1879 di William Le Baron Jenney con colonne in ghisa e solai misti in ferro e legno.



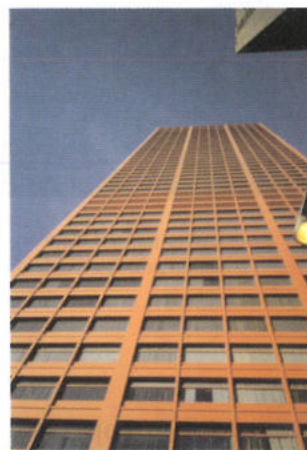
Più attuale, vero capostipite delle moderne tipologie, è il **Reliance Building** del 1894 di Daniel Burnham, 15 piani di altezza, con struttura interamente in acciaio.



La fotografia del suo montaggio sembra quella di un cantiere moderno!



Tralasciando i tanti 50 piani che si incontrano passeggiando per le vie di Chicago, avrei indugiato sui vari 100 piani.



Ecco la **Sears Tower** che, a trent'anni dalla sua costruzione, può essere considerata il simbolo di una altezza che oggi si sta superando.

Avrei concluso parlando del prossimo futuro: ad esempio della **Midlin Beitler Tower**, alta 610 metri, la cui costruzione sembra ormai decisa.



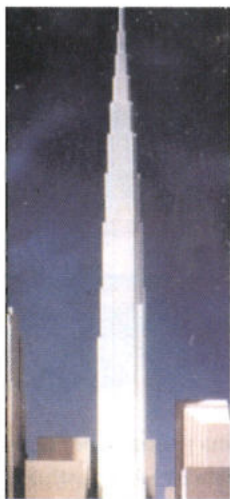
E della **Millennium Tower** che dovrebbe svettare, con i suoi 800 metri, nella baia di Tokyo.



CENTRI SERVIZI ACCIAIO

37060 MOZZECANE (VR) - VIA MEDIANA
TEL. 045/6339400 - FAX 045/7930025
E-mail: nuovasiprevr@gruppomanni.it

26013 CREMA (CR) - VIA GAETA, 23
TEL. 0373/890011 - FAX 0373/82364
E-mail: mannici@gruppomanni.it



Ma ho scartato l'idea di approfondire questo approccio. Avrei potuto parlarvi dell'evoluzione delle tipologie strutturali che ha caratterizzato questa continua sfida al sempre più alto, scendendo in discorsi tecnici che possono interessare solo gli operatori del settore grattaciolo, settore che, purtroppo, credo non troverà applicazioni in Italia e forse neppure in Europa.



La seconda tentazione è stata quella di parlarvi delle esperienze di un ingegnere strutturalista che ha lavorato nel campo delle strutture metalliche, anche a stretto contatto con committenti pubblici e privati, con architetti, con ingegneri

progettisti di impianti industriali.

Avrei potuto parlarvi di problemi che abbiamo affrontato e risolto, talvolta cercando di rendere la struttura parte del risultato globale, talvolta nascondendola nella pelle delle finiture o sotto l'incrocio delle tubazioni.

Gli edifici della **Snaidero** di Mangiarotti e le sue più recenti coperture e pensiline delle stazioni ferroviarie hanno certamente nobilitato il ruolo della struttura in acciaio e hanno aperto soluzioni anche estremamente innovative.



I ponti di collegamento e le aule sospese dell'**Università della Calabria** di Gregotti testimoniano le possibilità che l'acciaio offre per risolvere problemi statici altrimenti insormontabili.



Le coperture del sopralzo del **Forte da Basso a Firenze** di Spa-

dolini e Fagnoni dimostrano come si possa operare in tempi brevi, mantenendo operativi altri settori della costruzione.

La recente copertura del **Centro Congressi di Alghero** dell'arch. Motzo dimostra come un quadrato di 60 metri di lato possa essere facilmente appoggiato solo su quattro pilastri.



Ho scartato anche questa via. Fare le retrospettive personali mi sembra triste: è come guardare i bilanci delle industrie manifatturiere in un sistema economico che sempre più privilegia gli aspetti commerciali e finanziari.

Ho cercato così di risolvere il mio problema cercando di rispondere a una domanda che spero vi interessi: *che immagine ha l'acciaio nella nostra realtà sociale ed economica?* In altri termini, il giornalista, l'uomo di cultura, il manager,

l'architetto, l'ingegnere: *Cosa crede che sia la costruzione in acciaio?*

Ancora, con piccole variazioni la domanda è la stessa: *l'immagine che noi italiani abbiamo della costruzione metallica è diversa da quella dei nostri cugini d'oltralpe, con cui dobbiamo sempre più confrontarci?*

Quando chiedo in Italia cos'è la costruzione in acciaio ottengo le risposte più disparate. La prima è di solito il **grattaciolo**, ma noi non ne facciamo, al massimo sono stati realizzati negli anni '60 una decina di edifici alti più per prestigio o per cercare di differenziarsi dal solito cemento armato.



La seconda risposta è la piattaforma offshore, divenuta simbolo della potenza dell'uomo, i cui moduli sono maneggiati come fucelli da navi che sollevano fino a 6000 t. Al terzo posto le grosse incastellature industriali quali i moduli delle caldaie o degli impianti petrolchimici, vera ba-

TRAVI STD IN ACCIAIO Fe 430 B - Fe 510 C EN 10025 - LEGGE 1086 - D.M. 9-1-1996

HEA - HEB - IPE - UNP - INP

DA 80 A 1000

SEMPRE DISPONIBILI DAL PRONTO

bele strutturale dominata dalle esigenze impiantistiche e dai percorsi dei fasci tubieri.



Al quarto posto il ponte sospeso, peccato che da noi non se ne costruiscano, a meno di pensare a quello sullo stretto di Messina.



Sullo sfondo vedete il vecchio ponte ferroviario sul Forth costruito nel primo Novecento, uno dei primi esempi di struttura realizzata con tubi.

In primo piano il nuovo ponte stradale, la cui luce principale è di circa 1000 metri, che ha da poco compiuto 30 anni: fu infatti terminato nel 1964 su progetto della Freeman and Fox.

Altre risposte: in acciaio si costruisce quando proprio non se ne può fare a meno, quando la costruzione diviene insolita, quando la economicità non conta, come la **Globe Arena di Stoccolma**, 200 metri di dia-

metro, terminata nel 1989 su progetto degli Adamson, Berg e Vretblande, in cui i problemi di montaggio condizionarono tutta la concezione dell'opera.



Si costruiscono in acciaio le antenne per le telecomunicazioni perché devono essere movimentate per seguire i satelliti



oppure quando l'altezza diviene condizionante come nel caso della torre di **Collserola**, 288 metri di altezza, progetto architettonico della Foster and Associates, ingegneria della Ove Arup, vincitori di un concorso a invito per realizzare, come diceva il bando, un elemento tecnologicamente monumentale che divenisse il simbolo per **Barcellona** del 21esimo secolo.



Si costruisce in acciaio dove il calcestruzzo costa troppo, come nel caso del **complesso da 720 mila metri cubi a Ryad**, opera anni '70 della Genghini:



oppure quando si deve trasportare tutto dall'Italia come per le **scuole prefabbricate in Arabia Saudita**.



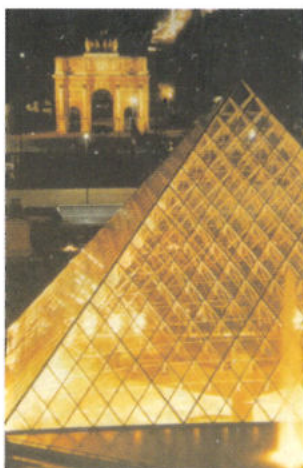
Infine si costruiscono in acciaio grossi centri di produzione, spedizione o commercializzazione, quali il **Centro di distribuzione IBM**, quando flessibilità e rapidità di esecuzione sono essenziali oppure edifici industriali che al massimo possono essere resi meno

brutti accostando in modo corretto i colori delle finiture.



Ultima risposta che spesso viene data è che la costruzione di acciaio serve per realizzare l'opera monumento, l'opera concepita per essere diversa. Non potrebbero essere pensate altro che in acciaio la **torre Eiffel**, il **Beaubourg** di Piano e Rogers, la **Piramide** di Pei.





Bisogna riconoscere che tutte queste risposte rendono un cattivo servizio alla costruzione in acciaio, ne minimizzano il ruolo, relegano la costruzione metallica ad essere subalterna, poco impiegata, malvista, spesso indesiderata. Ma siamo sicuri che sia così? Siamo sicuri che tali giudizi e tali pregiudizi siano condivisi negli altri paesi? Facciamo la stessa domanda ai nostri amici inglesi, americani, tedeschi, francesi.

Certamente vent'anni fa ci avrebbero dato le stesse risposte che noi ci siamo appena dati. Oggi ci danno *anche* le stesse risposte; ma ne aggiungono *altre* di estremo interesse.

Ci dicono che oggi l'acciaio è un materiale ideale per costruire complessi da destinarsi al terziario quale la **Quarry House a Leeds**, 40 mila metri quadri. Destinato al Dipartimento della Sanità e Sicurezza Sociale, quindi a un ente pubblico, è stato realizzato in acciaio per la garanzia che la costruzione

in acciaio offre circa la certezza dei tempi e dei costi.



L'acciaio è divenuto il protagonista degli interventi di ristrutturazione di quartieri urbani quale il **Broadgate a Londra**, progettato nell'architettura e nell'ingegneria da Ove Arup.



Edifici alti otto piani si alternano a piazze, terrazze e camminamenti. Certamente non si può lamentare la mancanza di risorse dell'acciaio nel risolvere problemi anche vari e complessi. Il progetto fu realizzato in due fasi. Nella prima fu scelta la soluzione in acciaio per

ché il proprietario voleva un'alta qualità dell'insediamento, ma a costi certi, in un periodo inflativo che rischiava di far saltare il profitto dell'investimento. Pertanto la certezza dei tempi di consegna fu assunta come fondamentale parametro decisionale. Nella seconda fase il proprietario prescrive l'acciaio tanto era soddisfatto della riuscita della prima esperienza.

L'acciaio si presta al rispetto della tradizione come nella ristrutturazione dei magazzini della **Shields Rubber Co. a Pittsburg**.



L'edificio originale è del 1904, l'intervento di trasformazione e adeguamento è del 1990. Si trattava di aggiungere all'esistente edificio alto 10 piani e di complessivi 5600 metri quadrati un altro edificio da 11 piani e 3000 metri quadri coperti, sopralzando nel contempo il vecchio edificio di un piano.

Come si vede un tema di dimensioni non particolarmente

grandi, tipico anche della nostra realtà europea. In perfetto stile americano l'acciaio si presta a interpretare il passato come nell'edificio al **388 Market Street in S. Francisco**.



Architettura e struttura dello studio Skidmore, Owing e Merrill, alto 26 piani, circa 100 metri, antisismico, 42 mila metri quadrati coperti più i garage interrati, l'edificio vuole recuperare, si legge nella relazione architettonica, *le forme degli spazi esterni tipici di San Francisco, spesso calpestati da costruzioni a pianta rettangolare, in nome della efficienza e della realizzazione degli spazi interni*.

L'acciaio non è solo utilizzato per il **Centre de l'Etat di Lussemburgo**



TRAVI ALLEGGERITE

ILS - HLS - IN Fe 510 B - Fe 510 C - EN 10025 - LEGGE 1086 - D.M. 9-1-1996

DA 100 A 1000

SEMPRE DISPONIBILI DAL PRONTO

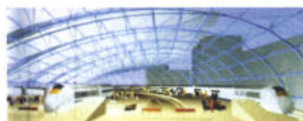
ma anche per il **Centro Sportivo a Bois de Frères a Ginevra:**



Tutta in acciaio è la **Transit Hall dell'aeroporto di Copenhagen:**



ma anche il **Waterloo International Terminal di Londra**



e il **Terminal della United Airlines a Chicago:**



Con l'acciaio si coprono piazze come la **Princes Square a Glasgow**



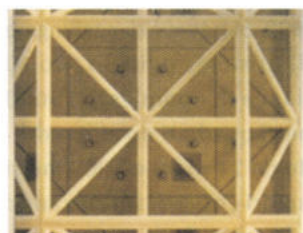
e si cerca di creare atmosfere e nostalgie di un passato sempre presente come nella **Clayton Square a Liverpool.**



All'acciaio spetta la leggerezza e la gradevolezza delle coperture spaziali come quella dello **Stansted Airport:**



e il rigore geometrico presente nella **New Transit Hall di Copenhagen.**



L'acciaio viene ritenuto indispensabile se ci si vuole proteggere da eventi sismici.

I **Charlestons Offices nella periferia di San Francisco:**



e soprattutto quelli della **Electrocoal Transfer Corporation:**

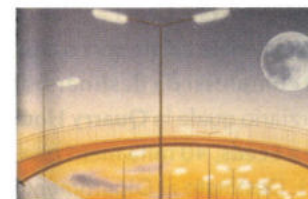


mostrano come con l'acciaio la sicurezza antisismica può essere unita alla leggerezza, alla libertà della pianta, alla dinamica degli spazi interni.



Sulle riviste inglesi si trova abitualmente la pubblicità della

Angle Ring Ltd che presenta come normali e ovvie forme e soluzioni in acciaio che certamente in Italia dovrebbero dare molto filo da torcere sin nella loro integrazione con gli altri elementi costruttivi.



Qual è allora la ragione del nostro ritardo? A mio parere due sono le cause fondamentali.

La prima di natura storica. Alla fine dell'Ottocento, perfettamente alla pari con gli altri paesi, la costruzione in acciaio in Italia visse una stagione felice, sotto l'impulso del progredire della rete ferroviaria e delle esigenze che lo sviluppo della prima industrializzazione richiedeva.

Dopo la prima guerra mondiale, l'autarchia arrestò completamente lo sviluppo della prima costruzione metallica, il poco acciaio prodotto in Italia o faticosamente importato era destinato alla industria manifatturiera o degli armamenti.

Si perse conoscenza dell'uso dell'acciaio nella costruzione civile e nell'architettura, si perse il passo con gli altri paesi, la cultura della costruzione in acciaio scomparve dalle scuole di ingegneria e di architettura, di conseguenza da quella dei professionisti e degli operatori.

La seconda di natura sociale. Anche nel secondo dopoguerra la costruzione in acciaio non si sviluppa in Italia. La costruzione in acciaio richiede manodopera specializzata quando la costruzione in cemento armato può assorbire manodopera non specializzata e quindi favorire l'inurbamento e il progresso socioeconomico di tante famiglie che abbandonano le campagne. Gli uomini, senza arte né parte, non possono che fare i manovali e i muratori nei cantieri edili tradizionali; saranno i loro figli ad andare a lavorare nelle carpenterie metalliche.

Solo in questi ultimi trenta anni

la cultura delle costruzioni in acciaio entra nelle nostre università di ingegneria, ma è ancora molto estranea nelle facoltà di architettura.

Ancora oggi molti operatori pubblici e privati non hanno dimistichezza con i particolari costruttivi della costruzione metallica, la stesura dei capitoli è spesso un problema.

I problemi tecnici insiti nella Costruzione metallica, la protezione alla corrosione e la resistenza al fuoco, oggi ampiamente risolti, appaiono ancora spesso insormontabili, l'economia di una costruzione viene ancora valutata comparando brutalmente il costo di travi e pilastri in cemento armato con il costo dei corrispondenti elementi strutturali in acciaio.

Non si considerano i minori costi di fondazione, i minori costi di manutenzione, soprattutto i minori oneri finanziari connessi all'abbreviazione dei tempi di costruzione.

In un periodo come il nostro non si programma più per trenta o cinquanta anni. In un periodo come il nostro la struttura vale meno del venti per cento dell'investimento globale. Allora in un periodo come il nostro si ha bisogno di tempi di costruzione brevi e soprattutto certi.

Si ha bisogno che la costruzione sia flessibile e facilmente adeguabile a esigenze che certamente cambieranno prima che la costruzione sia completamente ammortizzata.

Io credo che queste siano le effettive ragioni per le quali negli

altri paesi europei la costruzione in acciaio è sempre più apprezzata e utilizzata dai committenti, pubblici o privati che siano, che non desiderano vedersi modificare i loro budget per i ritardi che spesso il cantiere edile tradizionale comporta.

A dire il vero, bisogna riconoscere che in questi ultimi anni la costruzione in acciaio ha avuto una crescita non indifferente anche in Italia. Personalmente sono convinto che nei prossimi cinque-dieci anni raggiungeremo i nostri vicini d'oltralpe come consumo pro capite di acciaio nell'edilizia civile. Per raggiungere tale obiettivo è però necessario che ognuno faccia la sua parte.

Gli operatori tecnici devono migliorare le loro conoscenze. Le imprese di costruzione devono ricominciare ad operare sul piano della competitività facendo i reali interessi dei loro committenti.

I produttori, i centri servizi, i costruttori devono imparare a promuovere seriamente la costruzione metallica intesa non come struttura bensì come sistema costruttivo, cioè come una struttura rivestita da facciate, da coperture, da impianti, facilmente montabile e facilmente modificabile.

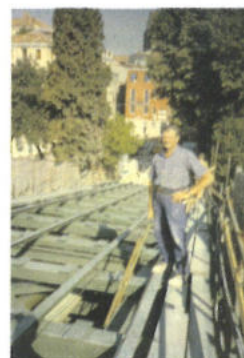
Ascoltate infine con estrema fiducia e attenzione tutti coloro che vi decanteranno i vantaggi dell'acciaio: spesso hanno ragione.

Da parte mia concluderò illustrandovi qui di seguito un vantaggio della costruzione in

acciaio di cui sono sicuro nessuno vi potrà parlare perché solo io e pochi altri conosciamo.



Siamo sul **ponte dell'Accademia a Venezia**, sul Canal Grande.



È un ponte di cui, con gli amici Creazza, Jogna e Turrini mi sono divertito a scrivere la storia dopo averlo ristrutturato una decina di anni or sono.

È un ponte in acciaio rivestito di legno vecchio quasi sessant'anni.



In una fredda mattina di marzo, un povero gatto veneziano ha freddo. **Al primo sole solo la costruzione in acciaio è in grado di riscaldarlo.** ◇

TRAVI RINFORZATE

HEM IN Fe 430 B - EN 10025 - LEGGE 1086 - D.M. 9-1-1996

DA 100 A 1000

SEMPRE DISPONIBILI DAL PRONTO

TESTIMONIANZE SULL'IMPIEGO DELL'ACCIAIO

Giorgio Romaro
Studio Romaro, Padova

Vorrei dire due parole di testimonianza sull'impiego dell'acciaio in Europa; penso di averne titolo visto che da parecchi anni progetto strutture che vengono realizzate al 20% in Italia, al 20% in Inghilterra, al 20% in Francia, al 20% in Germania e per l'ultimo 20% in altri paesi europei o extraeuropei.

Oggi ad esempio sto partecipando per la parte strutturale costruttiva (naturalmente per l'acciaio) al progetto di quattro opere nelle quattro nazioni d'Europa nominate, opere che sono ritenute in ognuna di queste nazioni di primaria importanza socio-politica oltre che strutturale. Uno in particolare di questi quattro progetti (quello in Germania) potrà avere nel prossimo futuro, a mio parere, un peso decisivo per lo sviluppo dell'edilizia, anche residenziale, di acciaio. Avvisarvi delle conseguenze della realizzazione di questo progetto, è la principale ragione di questo mio intervento.

Ecco qui di seguito un elenco in breve dei progetti a cui sto partecipando, nel rispetto delle normative specifiche di ognuna di queste nazioni, e in collaborazione e/o contraddittorio con professionisti locali.



1. Italia. Restauro e riuso della Mole Antonelliana a Torino: i pilastri di acciaio $\varnothing 193,7$ mm in sostituzione dei pilastri $\varnothing 1200$ mm aggiunti nel restauro degli anni Trenta al piano terra.

In Italia (su incarico della Garboli di Roma), strutture per il restauro e riuso della Mole Antonelliana (su progetto per l'amministrazione della Città di Torino, arch. Gianfranco Gritella, consulente per l'acciaio prof. ing. Vittorio Nascè).

La Mole, come tutti sanno, è il più alto edificio in mattoni esistente al mondo, ed è stato per qualche anno quello più alto in assoluto (prima che il primato gli venisse tolto dalla torre Eiffel nel 1889).

Dopo la pesante ristrutturazione in c.a. fatta negli anni Trenta, l'interno della Mole, simbolo della città di Torino, non era più stato usato convenientemente.

Sostituito qualche pilastro ingombrante, aggiunto in occasione della ristrutturazione del Trenta, con leggere colonne tubolari di acciaio (1), ma soprattutto arredata con strutture sempre di acciaio (2), la Mole potrà dopo questo intervento, essere riusata e vi sarà allestita (già dall'inizio dell'anno venturo) una mostra permanente del cinema.

In Inghilterra (su incarico della Cimolai UK di Cambridge) montaggio, strutture provvisorie necessarie allo stesso e tetto mobile del «Millennium Stadium» che sta sorgendo a Cardiff (su progetto architettonico della Lobb e generale della WSA): si tratta delle gradinate (3), e della copertura completa (4), di un campo di rugby.

Copertura di 180x220 metri senza colonne intermedie con uno specchio centrale di 110x80 metri in due semispecchi di 53x80 metri che, scorrendo, possono aprirsi fino ad allontanarsi di 108 metri l'uno dall'altro sopra il campo da gioco.

Peso dell'opera: 13.000 t comprese le gradinate (circa 4 ettari coperti).



2. Italia. Restauro e riuso della Mole Antonelliana a Torino: scala elicoidale appesa all'angolo nord-ovest e i tre ordini di rampe-balconate pure appese lungo tutte le pareti della sala centrale.

È già fissata la data della prima partita alla quale presenzierà la Regina d'Inghilterra.

In Francia (su incarico della Cimolai di Pordenone) ponte sullo Chavanon (5) (su progetto per l'amministrazione di Scetauroute e Jean Muller).

Si tratta di superare un profondo vallone nel massiccio centrale tra due cittadine il cui nome, a me e a voi non dice nulla, ma ai francesi molto perché sono rispettivamente le città natali di Chirac e di Giscard d'Estaing.

Nel concorso d'idee per l'impatto ambientale ha vinto un ponte sospeso di 350 metri d'impalcato con i piloni a V rovescia a un'unica cortina di cavi di sospensione centrali per un complessivo di 1.700 t, che si stanno già lavorando; in cantiere sono già costruite le stilate a V rovescia in c.a.

3. e 4. Inghilterra, Cardiff. Il *Millennium Stadium*. I telai d'acciaio delle gradinate già montati e foto del plastico.



5. Francia. Ponte sospeso sullo Chavanon: foto del plastico.

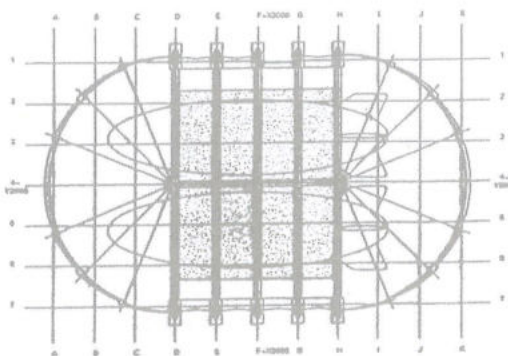


In Germania (su incarico della *Cimolai di Pordenone*) *Hangar per la costruzione di dirigibili* (su progetto generale della *SIAT*). Alto 120 metri, largo 240, lungo 380 senza colonne intermedie. La parte centrale è un semicilindro di 240 metri di diametro lungo 140 metri. Le due parti laterali sono due mezze cupole di 240 metri di diame-

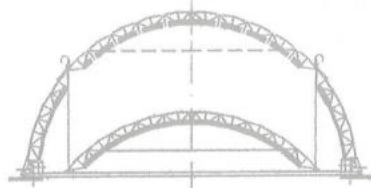
tro, ognuna realizzata da otto spicchi meridiani due fissi, quelli adiacenti al corpo cilindrico e sei mobili, tre per parte, che si accostano scorrendo sotto i due fissi, peso della sola copertura 14.000 t (8,5 ettari coperti). Questo progetto (6-7) che non è stato ancora realizzato, ma che lo sarà tra breve, oltre che interessante struttural-

mente (vi stanno in pianta due stadi di Cardiff) lo è anche per l'impiego che avranno i dirigibili in esso costruiti. Si ritiene infatti che questo tipo di trasporto potrà essere concorrenziale a quello navale o aereo tradizionale, ma anche e soprattutto questi aeromobili potranno sollevare 150 t ciascuno e parcheggiare fermi in quota per il montaggio della prevista ferrovia su cuscinio d'aria Berlino-Amburgo. Stilate e travi di quest'opera saranno costruite a piena lunghezza in un cantiere di Amburgo e posizionate in opera da dirigibili.

Ritengo che, una volta preso atto di questo nuovo tipo di montaggio, nasceranno le fabbriche di case (ovviamente di acciaio e rivestimenti leggeri) che verranno portate sul posto da dirigibili complete, se villette, o a sezione di due o tre piani se multipiani e/o grattacieli. Questa mi è sembrata una notizia da dare soprattutto ai giovani perché comincino a pensarci. ◇



6. Germania. Hangar per la costruzione di dirigibili nei pressi di Berlino: pianta con evidenziata in tratteggio la parte centrale della copertura prevista da sollevare con una sola manovra (v. 7).

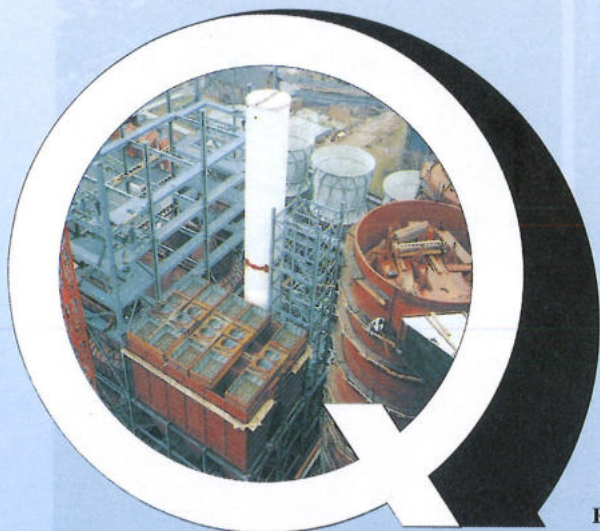


7. Germania. Hangar per la costruzione di dirigibili nei pressi di Berlino: schematizzazione, in sezione, del sollevamento della parte centrale (circa 2 ettari per 5000 t) della copertura dell'hangar con l'ausilio di 10 martinetti sollevatori a cavi. Il progetto Cimolai oltre che dallo studio del montaggio è caratterizzato dalla proposta di sostituire i profili tubolari del progetto base con profili aperti (travi composte) lavorati al taglia-fora.

ANGOLARI ED ELLE in Fe 430 B - Fe 510 C - EN 10025

DA 40 A 200

LEGGE 1086 - D.M. 9-1-1996
SEMPRE DISPONIBILI DAL PRONTO



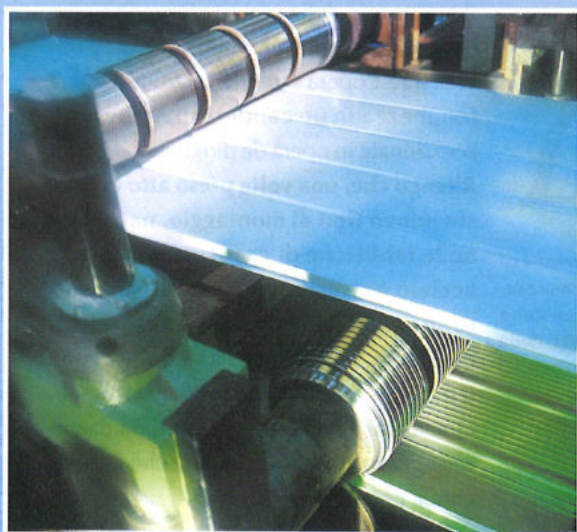
Lamiere da treno in acciaio al carbonio con qualità certificata dalle Norme UNI 7070 e DIN 17100 per costruzioni metalliche, lamiere da caldareria a Norma UNI 5869 e ASME SA 515/516, lamiere collaudate e certificate, da R.I.N.A., Lloyd's Register per le costruzioni navali, lamiere speciali anti usura ad alto limite elastico per costruzioni meccaniche.

La divisione Manni Center distribuisce profilati laminati a caldo e a freddo, tubolari, di qualsiasi misure e lunghezza e pannelli metallici per qualsiasi costruzione.

In una Parola, Manni Siderurgica è leader nazionale nella distribuzione di prodotti siderurgici dal pronto, con qualità certificata. Manni Siderurgica adotta un servizio ampio e flessibile, secondo le tecniche del cliente a cominciare, ad esempio, dalle prove meccaniche speciali e standard, dalla lavorazione di taglio a fiamma su pantografo, fino alla lavorazione di sabbiatura e verniciature con primer.

Manni Siderurgica, cinquanta anni di vita nella siderurgia, trent'anni di leadership nella qualità vera, dalla produzione alla consegna.

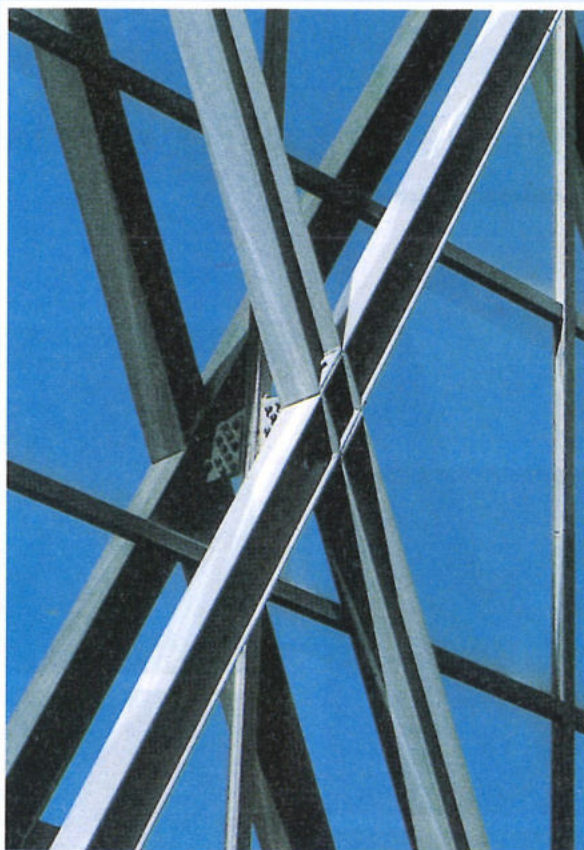
isopan
isolare e proteggere



Pannelli isolanti con supporto metallico per coperture e pareti ad alto coefficiente isotermico, compresi i gruppi di fissaggio, le lattoniere di finitura e di raccolta di acque piovane, gli elementi grecati traslucidi, gli oblò per pareti, i lucernari fissi o motorizzati. Isopan è una delle principali firme del settore in Europa, sempre attenta al prodotto e, soprattutto, al servizio. Con il sistema "just in time", ad esempio, riesce a produrre grandi lotti per specifiche forniture. E il suo ciclo produttivo è in perfetta sintonia con l'ambiente: per prima in Europa

Isopan sta sostituendo il freon, gas espandente.

Per quanto riguarda il prodotto i pannelli possono essere realizzati con supporti in acciaio preverniciato, alluminio e rame; le caratteristiche geometriche e statiche della gamma consentono applicazioni in copertura, pareti esterne e divisori interni facilmente adattabili e di alto gradimento estetico. La qualità Isopan è certificata dai più affidabili e severi Enti di controllo internazionali.



Elementi strutturali in acciaio finiti costituiti da travi tipo standard europeo e speciali, angolari, rotaie Burbach, travi saldate, piastre di giunto e di rinforzo: Nuova Sipre è leader europeo nella prelavorazione di profilati laminati a caldo in acciaio adatti alle costruzioni. Proprio a livello europeo cresce la domanda del materiale "dal pronto" e della gamma di lavorazioni a disegno come il taglio a misura, la foratura, la marcatura, il taglio a fiamma con robot, la saldatura di piastre con robot, la sabbiatura e la verniciatura di base, la zincatura a caldo.

Con la divisione Metasistemi, Nuova Sipre si propone al fianco di chi sceglie un servizio in grado di ridurre i costi di produzione, senza incrementare i costi fissi. Pensiamo, ad esempio, alle spese di trasporto: l'acciaio così lavorato può essere inviato direttamente in cantiere, evitando ogni filtro intermedio. Su queste basi, Nuova Sipre ha costruito una leadership forte come l'acciaio, per chi sa ottimizzare il proprio lavoro: le aziende di costruzione più qualificate. Centri di Servizio Nuova Sipre. Protagonisti nella realizzazione di edifici civili ed industriali con struttura in acciaio.

Finished Steel structures defined by European standard, special beams, angles, Burbach rails, welded beams, coupling and reinforcement base plates: Nuova Sipre are the European leader in the fabrication of hot rolled profiles suitable for the building industry.

There is an increased demand in Europe for ex stock material and for the different operations like, cutting, drilling, marking, oxycutting by robot, welding by robot, shotblasting, hot galvanising.

With the Metasistemi division, Nuova Sipre intend to liaise with customers who require

such vital services minimise the production costs, without increasing the fixed costs.

Taking as an example the transport costs: the prefabricated steel can be despatched directly to the building yard, avoiding any unnecessary transshipments.

On these principles Nuova Sipre have built a strong leadership, strong as the steel, for all customers who wish to maximise their production: the most qualified fabricators.

Nuova Sipre Service Centers. A leading company in the erection of steel structured civil and industrial buildings.

FLESSIBILITÀ E COMPONENTIBILITÀ DELLE FACCIATE METALLICHE

Dante Benini

Dante O. Benini & Partners, Milano



«Ricerca & Qualità»

A quarantacinque anni, Dante Benini sente di poter affrontare la professione su scala internazionale. Ha maturato la sua poetica nello studio newyorkese di Richard Meier e in quello californiano di Frank O. Gehry; ma il suo vero maestro è Carlo Scarpa che lo ha costretto a «una disciplina ferrea e implacabile, ad amare l'architettura sopra ogni altra cosa». L'edificio della Transfer 2 (Sviluppo e Ricerca farmaceutica, nonché Controllo Qualità) sorge a Nerviano Milanese, in uno Science Park tra i più importanti del mondo. Benini afferma che riflette la sua aspirazione primaria, la dinamica spaziale, cioè una versione moderna della quarta dimensione cubista riedita alla luce dell'insegnamento di Frank Lloyd Wright. Panorama post-industriale di alto livello, dove macchinari, impianti e uomini prevalgono sull'involucro che li contiene.

Bruno Zevi, «L'Espresso», 31 ottobre 1993

«Un segno tutto suo»

Nato a Milano nel 1947, Dante Benini si forma a Venezia, a contatto di Carlo Scarpa. Salpa poi per il Brasile dove frequenta Oskar Niemeyer e si laurea. Tornato in Europa nel 1985, con la sua società realizza una notevole serie di edifici, specie per l'industria farmaceutica. Ha l'ambizione della quantità, ma anche lo struggimento di chi vuole personalizzare un segno, un angolo, una modanatura. Per questo ricomincia sempre daccapo, con ottimismo velato di inquietudine. Lo Science Park della Farmitalia a Nerviano, presso il capoluogo lombardo, è una delle sue opere recenti. Due corpi bassi e uno di undici piani scompongono l'organismo ed esibiscono gli impianti riecheggiando temi del Beaubourg. Dunque, niente Wright, Scarpa e Niemeyer, ma un appassionato e promettente rodaggio.

Bruno Zevi, «L'Espresso», 26 dicembre 1996



CENTRI SERVIZI ACCIAIO

37060 MOZZECANE (VR) - VIA MEDIANA
TEL. 045/6339400 - FAX 045/7930025
E-mail: nuovasiprevr@gruppomanni.it

26013 CREMA (CR) - VIA GAETA, 23
TEL. 0373/890011 - FAX 0373/82364
E-mail: mannici@gruppomanni.it

LA PROGETTAZIONE STRUTTURALE: NORMATIVE ITALIANE ED EUROPEE

Luca Sanpaulesi

Dipartimento di Ingegneria Strutturale
Università degli Studi di Pisa

L'oggetto di questa relazione abbina molto giustamente le normative italiane e le normative europee. In effetti con il procedere degli anni l'interazione tra le due è divenuta sempre più stretta, come d'altronde è nella forza delle cose. E ciò avviene nonostante inevitabili resistenze che qua e là si manifestano e rendono il percorso più lungo e accidentato. E questo aspetto dei tempi *lunghe* meriterebbe una particolare attenzione. D'altronde nel campo della progettazione strutturale e della realizzazione delle opere le normative sono talmente importanti che le resistenze cui facevo cenno divengono comprensibili; e ciò non solo in Italia, ma in tutti i Paesi. Mi propongo di dare una breve illustrazione sullo stato delle normative italiane ed europee, iniziando da questa ultima e richiamando anzitutto la *Direttiva 89/106 Prodotti da costruzione* dalla quale parte il quadro normativo europeo del nostro settore.

La Direttiva 89/106

Il quadro delle norme europee nel settore delle costruzioni è governato dalla Direttiva 89/106. La Direttiva è molto complessa, in quanto, a differenza di altre Direttive europee, coinvolge un settore amplissimo su molti fronti: Prodotti, Imprese, Tecnici, Certificazione, Appalti, Opere-Prodotti, Marchio CEE.

Lo scopo della Direttiva è eminentemente pragmatico e *mercantile* in quanto con la sua applicazione si vuole consentire la libera circolazione dei prodotti da costruzione, in un quadro ampio e comprendente tutti i vari aspetti della Costruzione.

Attualmente la Commissione preme fortemente per l'applicazione della Direttiva, che, a nove anni dalla sua emanazione, è ancora praticamente non operativa; ma ormai gran parte degli atti preparatori per la sua applicazione sono ultimati. Vi sono tuttavia grandi problemi in discussione; a titolo di esempio ne ricordo qui alcuni:

- la qualificazione delle Imprese per un unico Albo Europeo necessario per gli Appalti comunitari;

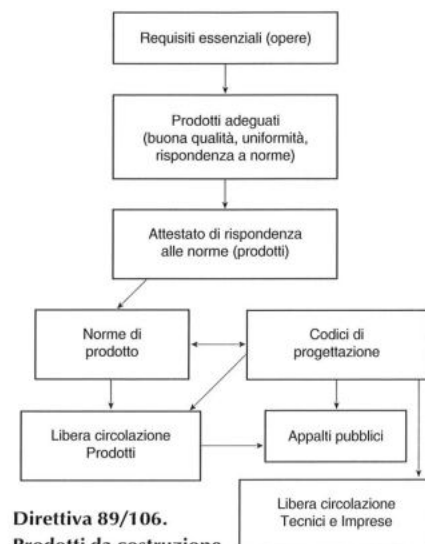
- la questione dell'EOTA, l'organismo europeo per il rilascio del *benestare tecnico*, che può sostituire, per la circolazione dei prodotti in Europa, il rispetto di ogni altra norma;
- il contenuto dei mandati al CEN e all'EOTA;
- la notifica dei Laboratori e degli Organismi di Ispezione e certificazione per l'attestazione di conformità.

Il recepimento nazionale della Direttiva

Nel nostro paese la Direttiva è stata recepita ben cinque anni or sono con DPR n. 246 del 21 aprile 1993. Ma purtroppo per essere reso operativo il DPR richiede l'emanazione di numerosi altri conseguenti decreti, nessuno dei quali ad oggi è stato pubblicato.

I ritardi non sono solo italiani, ma anche della stessa Commissione e di altri Stati Membri. E la Commissione comincia a premere verso i Paesi Membri perché effettuino gli adempimenti di loro competenza.

Più volte, ad esempio, ha sollecitato gli Stati Membri ad effettuare le designazioni degli Organismi riconosciuti (Laboratori, Organismi di



Direttiva 89/106.

Prodotti da costruzione

Scopo: Mercato comune = Libera circolazione prodotti, imprese, tecnici.

Ispezione ed Enti di Certificazione) necessari per poter procedere alle valutazioni per la marchiatura dei prodotti col marchio CEE e, quindi per la loro libera circolazione nel Mercato Comune Europeo.

Al momento, sul fronte italiano, solo il Ministero dell'Industria ha notificato *provvisoriamente*, a Bruxelles, Organismi e Laboratori Italiani che operano per i requisiti 3, 4, 5 e 6.

Altra recente iniziativa – che anch'essa dimostra come le questioni si stiano muovendo – è venuta da parte della Germania che, proprio nel settore delle costruzioni in acciaio, ha proposto agli Organi Ministeriali l'adozione di un provvedimento per la reciprocità di riconoscimento di Laboratori atti a operare nell'ambito della Direttiva.

Le prospettive per il prossimo futuro come preciseremo anche in seguito, presentano ancora vaste zone d'ombra.

Gli Eurocodici

Non sto a presentare qui il programma generale degli Eurocodici che ritengo ben conosciuto. Cerchiamo invece di esaminare più attenta-

TRAVI SALDATE DA LAMIERA

Altezza da 200 a 2500 con ali fino a 1200
in tutte le Qualità d'Acciaio

PROCEDIMENTI DI SALDATURA CERTIFICATI I.I.S. - LLOYD'S R - RINA - B.V. - D.N.V.

mente lo stato attuale e gli sviluppi in corso. Anzitutto al momento si tratta di norme ENV, cioè sperimentali (o meglio provvisorie), e solo ora sta iniziando il lavoro di conversione delle ENV in EN.

Nel 1997 vi è stato un pronunciamento del Comitato permanente della Direttiva 89/106 che ha riconfermato l'interesse degli Stati Membri e quindi della Commissione sugli Eurocodici, e la volontà di procedere al loro completamento, e soprattutto alla conversione da ENV in EN. Sono state previste delle priorità e gli Eurocodici ENV sono stati suddivisi in quattro gruppi dei quali è stato previsto il raggiungimento dello stato di ultimazione della conversione rispettivamente negli anni 1998, 1999, 2000 e 2001. Ma è già in corso uno slittamento almeno per i primi due gruppi. Il lavoro di conversione sarà probabilmente piuttosto lungo. In tutto questo studio per la definizione dei codici europei e per la loro conversione da ENV in EN l'Italia è ben presente e attiva attraverso la Commissione di Ingegneria Strutturale dell'Uni e in particolare con l'impegno della Sottocommissione SC3 Strutture in acciaio.

Commissione - Direttiva - Comitato Permanente

Vi sono diversi problemi aperti nel campo degli Eurocodici, in vista della conversione da ENV a EN. Si accenna qui a due tra i più importanti. Anzitutto il primo problema riguarda l'implementazione degli Eurocodici EN nello stato normativo dei singoli Paesi Membri e la loro coesistenza con le normative nazionali. Un secondo problema riguarda i cosiddetti *valori incasellati*, o più generalmente la eventuale facoltà degli Stati Membri di emanare NAD (National Application Documents) anche in fase EN. In proposito il Comitato permanente della Direttiva 89/106 ha deciso recentemente (marzo '98), di lanciare due richieste, una tra gli Stati Membri ed una nel CEN, a proposito di questi aspetti. La questio-

ne è molto importante e le due inchieste saranno ultimate in ottobre '98.

L'Eurocodice EC3, Strutture in acciaio

Si tratta di un Eurocodice molto complesso, che contiene ben 17 parti di ENV, e 20 parti in fase EN. Solo l'Eurocodice EC3 parte generale ENV 1993-1-1 è previsto in 1^a priorità. Seguono poi gli altri negli anni successivi, ma che ormai sono divenuti prossimi anch'essi. Sta di fatto che i lavori dei *Projet Team* di conversione stanno iniziando ora. Naturalmente vi è stata ed è tuttora in corso una grossa discussione in sede europea perché ogni Paese vuole avere un suo Esperto nel P.T. di conversione, che tuttavia è composto di soli sei membri. E le Delegazioni italiane sono molto impegnate su questa linea purtroppo non sempre con risultati positivi.

Le norme di prodotto

Il quadro del mercato Comune nel settore delle costruzioni si completa con il riferimento alle Norme europee CEN che riguardano i prodotti, e che vengono appunto denominate *Norme europee* in contrapposizione con i *Codici europei* (che riguardano invece la progettazione). Nel settore delle costruzioni in acciaio operano diversi Comitati Tecnici del CEN e dell'E-CISS, a loro volta suddivisi in numerosi gruppi di lavoro. E ciascuno di essi elabora norme che vengono poi pubblicate dal CEN e dagli Enti normatori nazionali. Al momento vi sono molte norme CEN ultimate, altre in corso di approvazione, ma nessuna al livello finale di riferimento ufficiale per i marchi CEE. Tuttavia il lavoro è ormai molto avanzato ed è prevedibile che in breve tempo si possa passare a una estesa fase attuativa. Per inciso, il primo prodotto col marchio CEE è un prodotto EOTA.

La situazione normativa nazionale

Il D.M. 9.1.96, *Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione e il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche* e la relativa circolare n. 152 del 15 ottobre 1996, consentono al progettista di utilizzare, in alternativa, il Metodo alle Tensioni Ammissibili, il Metodo agli Stati Limite, e l'Eurocodice EC3-CEN/1993-1-1, escludendo espressamente tutte le appendici, oltre che, al momento, le altre parti dell'EC3.

Il recepimento dell'EC3 intanto è limitato alle *Regole generali e regole per gli edifici* indicata come CEN-1993-1-1, escludendo espressamente tutte le appendici, oltre che, al momento, le altre parti dell'EC3. L'uso dell'Eurocodice è ammesso in unione con il NAD nazionale, riportato nel Decreto, che modifica talune prescrizioni dell'EC3; tale NAD (*National Application Document*) è un documento consentito in via generale dalla Commissione, in quanto atto a favorire il recepimento degli EC e il passaggio graduale dalla normativa nazionale a quella europea.

Il NAD italiano modifica in effetti alcune importanti prescrizioni – in particolare i coefficienti γ_m per le strutture saldate – ma, giustamente, non è molto esteso. È comunque evidente che il progettista per operare deve tener conto del NAD insieme l'Eurocodice.

A tale riguardo la situazione europea è molto varia. In alcuni Paesi il recepimento rimonta a qualche anno or sono, e in alcuni casi senza NAD o con NAD limitato alle questioni indispensabili; ad esempio sostituendo le normative europee di supporto cui rimanda l'EC3 (normative non ancora disponibili) con quelle nazionali.

Il recepimento effettivo non è stato ancora attuato da tutti i Paesi, e sotto questo punto di vista, nel recepimento dell'EC2 e dell'EC3 l'Italia si trova in una posizione intermedia tra i vari Paesi.

Al momento non sono stati recepiti in Italia altri Eurocodici, oltre ai sopracitati, né altre norma-

TOSONI



OFFICINE TOSONI LINO S.p.A.

37069 Villafranca, Verona, Italy

Viale 1° Maggio, 8

Telefono 045 6331111

Fax 045 6300308

tive di prodotto. Tuttavia per altre normative nazionali cogenti si è proceduto ad un aggiornamento recependo praticamente le indicazioni del corrispondente Eurocodice.

Ad esempio la nuova normativa nazionale sui carichi, D.M. 16.1.96 e circolare n.156 del 4 luglio 1996, profondamente diversa dalla precedente normativa del D.M. 12.2.82, è stata predisposta riprendendo quasi tutto il testo dell'Eurocodice EC1 Azioni sulle Costruzioni. Cosicché la nuova normativa italiana sui carichi costituisce di fatto un indiretto recepimento dell'EC1 con relativo NAD.

Questo criterio potrebbe probabilmente essere esteso ad altre normative e codici europei; questa via è in effetti assai più probabile in Italia che non il recepimento puro e semplice di codici europei.

Resta comunque fermo che non sembra esservi intenzione di recepire (direttamente o indirettamente) nella normativa nazionale cogente – cioè nelle regole tecniche – l'intero corpo delle norme e codici europei, certamente troppo vasto e dettagliato per norme di tipo cogente come quelle nazionali che derivano dalla Legge 5.11.71 n. 1086 e dalla Legge 2.2.74 n. 64. È quindi probabile che numerose norme e codici europei conservino il carattere volontario tipico delle norme UNI, e che non sarà purtroppo sempre possibile evitare prescrizioni difforni tra regole tecniche Ministeriali e normativa volontaria. Ma vediamo quali norme si stiano predisponendo in Italia.

In sede Ministeriale non vi è al momento alcuna iniziativa in corso nel campo delle strutture in acciaio. Vi sono Gruppi di lavoro attivi:

- nel campo sismico per un esame sul possibile recepimento dell'EC8–Strutture in zona sismica;
- nel campo delle opere in cemento armato con studio di Linee Guida per i calcestruzzi ad Alta resistenza (che faranno seguito alle Linee Guida già pubblicate) e con lo studio di Istruzioni sugli ancoraggi da cap.

Nel nostro settore delle costruzioni in acciaio una notevole importanza assume il ruolo della

Commissione del CNR per le norme sulle strutture in acciaio, che si pone come un punto di coagulo in sede nazionale delle norme e codici europei per un loro indiretto trasferimento nelle regole tecniche cogenti, evitando spiacevoli contrasti tra normative disponibili nel Paese. Attualmente la Commissione è impegnata a definire una normativa più moderna che sostituisca la CNR – 10018. Appoggi strutturali, e una nuova edizione della CNR – 10016 Strutture composte, allineata fortemente sul contenuto dell'Eurocodice EC4. Questi lavori saranno certamente ultimati entro la fine del '98.

Le prospettive

Non si può concludere questa relazione senza tentare di avanzare delle ipotesi – necessariamente personali – sulle prospettive a breve e a medio termine della situazione italiana. Orbene, a breve termine probabilmente avrà luogo il recepimento indiretto di alcuni altri Eurocodici; *indiretto* nel significato sopra precisato, così da aggiornare la normativa nazionale ed avvicinarla a quella europea. Non sembrano potersi prevedere al momento ulteriori recepimenti diretti, per i quali non esistono al momento studi in corso, né per codici né per norme di prodotto.

Numerosi Eurocodici resteranno come codici volontari. Si pensi per esempio ai codici sulle torri, sulle strutture piane nervate, sui silos e così via; naturalmente a breve è difficile poter prevedere per questi codici europei una armonizzazione con la normativa ministeriale cogente.

Le norme dei prodotti probabilmente resteranno volontarie, ma potendosi recepire nella normativa cogente alcuni aspetti che potrebbero ben armonizzare i documenti normativi nel loro complesso. E inoltre anche qui un rilevante ruolo potrebbe essere svolto dalla Commissione del CNR per le norme sulle costruzioni in acciaio e dalla Sottocommissione SC3 di Ingegneria Strutturale.

CONSTRUIAMO CON L'ACCIAIO

Spingendoci, tentativamente, verso il medio termine si può prevedere anzitutto che tutti gli Eurocodici saranno convertiti da ENV in EN. Ma non è detto che questa conversione conduca immediatamente un diverso peso degli EC. Infatti attualmente il mandato per gli EC non prevede che essi siano *normative armonizzate* nel qual caso le norme potrebbero comunque essere utilizzate in ogni Paese, e quindi si avrebbe una conseguente esigenza di adeguamento con le norme nazionali cogenti. Di questo abbiamo già trattato, e il problema è tutt'ora aperto. Di grande importanza saranno le conclusioni delle due inchieste che la DGIII ha sottoposto ai Paesi Membri e al CEN in ordine all'*implementazione* e alla *coesistenza*. In questo quadro vedrei opportuna una modifica sostanziale delle Leggi n. 1086/71 e n. 64/74, con una riduzione del livello di coerenza normativa e, in zona sismica, con eliminazione dei controlli preventivi.

Molte norme europee di prodotto sono norme armonizzate. Ma la parte *armonizzata*, cioè *cogente* è spesso assai limitata, e non è attualmente ben chiaro quale peso potrà avere questa situazione sulla normativa nazionale.

Un ulteriore punto di incertezza (ma questa volta di forza delle norme europee) deriva dalla Direttiva appalti, per la quale si dovrebbero utilizzare sempre, quando esistenti, le norme europee EN, codici o norme di prodotto che siano.

Sempre nel medio termine non si intravede comunque uno scenario nazionale chiaro e definito nel suo sviluppo da oggi. Vi è piuttosto da pensare che l'esistenza a medio termine di un completo corpo normativo europeo EN (codice a norme di prodotto) nel settore delle costruzioni, si imporrà per la forza delle cose in tutti i Paesi membri, soprattutto poi se questa strada sarà guidata, come oggi pare, da alcuni grandi Paesi.

In conclusione, a parte questa esasperante lentezza di avanzamento, sono ottimista sulle previsioni a medio termine di integrazione europea normativa. ◇

TOSONI



OFFICINE TOSONI LINO S.p.A.

37069 Villafranca, Verona, Italy

Viale 1° Maggio, 8

Telefono 045 6331111

Fax 045 6300308

PRESENZA DELL'ACCIAIO NEI PRODOTTI E NELLE OPERE COMPLEMENTARI DEL COSTRUIRE

Francesco P. De Martino
Studio di Ingegneria, Genova

La presente breve relazione, redatta su invito di ACAI (Associazione fra i Costruttori in Acciaio Italiani) ed AIPPEG (Associazione Italiana Produttori Pannelli ed Elementi Grecati), tratta sinteticamente degli elementi (prodotti industriali o altri componenti), realizzati integralmente o prevalentemente in acciaio, facenti parte correntemente degli organismi edilizi o infrastrutturali, pur senza rivestire una funzione strutturale principale.

L'obiettivo preposto consiste nel fornire, sulla base della diretta esperienza professionale e dei contatti intercorsi con le Associazioni di categoria, alcuni sintetici elementi conoscitivi di base, propedeutici ad una interpretazione progettuale più ampia del tema *Costruire in acciaio*, estesa anche a tutti gli elementi e le opere di complemento e corredo del complesso strutturale.

Trattandosi ovviamente di un tema molto vasto, inerente una casistica assai differenziata di prodotti, tecnologie, opere compiute, da svolgere in un tempo ridotto, si preferisce optare per un'illustrazione mirata, strutturata secondo il seguente taglio critico: *evidenziare, per le varie famiglie di prodotti complementari, gli elementi tipologici più innovativi, le tendenze, gli aspetti salienti*, rimandando alla manualistica, invero ridotta in tale ambito applicativo, e alla abbondante documentazione monografica e tecnico-promozionale fornita dalle varie Aziende produttrici, per più completi riferimenti conoscitivi.

Elenco delle tipologie di ponti e di opere complementari sinteticamente illustrate

Si riporta di seguito l'elencazione delle tipologie di prodotti e di opere complementari sinteticamente illustrate nel presente intervento, suddivise per grandi classi e per settori di applicazione.

Solai per l'edilizia civile ed industriale:

Solai in lamiera grecata
Solai in lamiera grecata e calcestruzzo collaborante

Pareti per l'edilizia civile ed industriale:

Pareti in pannelli metallici coibentati
Sistemi di facciata

Coperture per edilizia civile e industriale:

Coperture in lamiera grecata
Coperture in pannelli metallici coibentati

Attrezzature provvisoriale per costruzioni:

Ponteggi di servizio
Casseforme metalliche

Particolari equipaggiamenti industriali:

Scaffalature per magazzini
Pannelli per impieghi speciali

Infrastrutture per la viabilità:

Barriere di sicurezza
Pannelli fonoassorbenti
Appoggi strutturali
Pali per illuminazione

Aspetti salienti e innovativi della produzione italiana di elementi in acciaio complementari nel settore delle costruzioni

1. Considerazioni circa i materiali metallici e la qualità per solai, pareti e coperture per l'edilizia civile ed industriale

Appare innanzitutto opportuno richiamare gli attuali riferimenti normativi inerenti l'acciaio da impiegare per le lamiere grecate e le relative procedure di qualificazione. Il D.M. 9.01.96 «Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e pre-compresso e per le strutture metalliche» specifica al punto 2 che per le lamiere grecate ed i profilati a freddo devono essere utilizzati lamiere o nastri di origine qualificati, per cui valgono comunque i controlli specificati nell'all. 8; ivi, vengono definite le modalità di marchiatura del prodotto, dalla quale risulti in modo inequivocabile il riferimento all'azienda produttrice, allo stabilimento, al tipo di acciaio e al grado qualitativo. Mancando tale marchiatura, il prodotto diventa inutilizzabile; inoltre, conformemente alla relativa Circolare esplicativa 15.10.96 n. 252 AA.GG./STC, deve esserne garantita la conservazione, insieme ai documenti di accompagnamento, sia dai produttori, che dagli eventuali intermediari e dagli utilizzatori finali per almeno dieci anni, termine coincidente con la durata della responsabilità civile sull'opera ex art. 1669 C.C.

Va inoltre ricordato che, secondo il dettato della Legge quadro n. 1086/71, il Direttore

TOSONI

OFFICINE TOSONI LINO S.p.A.

37069 Villafranca, Verona, Italy

Viale 1° Maggio, 8

Telefono 045 6331111

Fax 045 6300308



dei Lavori risulta responsabile della qualità dei materiali impiegati (fattore di cui viene interessato anche il Collaudatore in fase successiva): ne deriva la necessità, per tali figure, di accertarsi che le lamiere grecate per solai e coperture e le lamiere costituenti i paramenti dei pannelli sandwich di copertura siano state prodotte in conformità agli adempimenti normativi sopra ricordati. Se così non fosse, il Direttore dei Lavori ha il dovere di rifiutare la fornitura in cantiere di materiale non conforme.

Le aziende produttrici di lamiere grecate e di pannelli coibentati, appartenenti alla Associazione di categoria AIPPEG, utilizzano acciaio qualificato; nello spirito di una standardizzazione e «qualificazione» di tutte le specifiche di fornitura, fino all'installazione in opera, AIPPEG ha elaborato e depositato come atti pubblici le «Condizioni generali di vendita», e i quattro Allegati Tecnici, rispettivamente inerenti a: A. Movimentazione e Stoccaggio; B. Standards qualitativi; C. Montaggio.

2. Aspetti specifici relativi ai solai per l'edilizia civile ed industriale

L'utilizzo della lamiera grecata per realizzare diaframature orizzontali interne rappresenta uno standard costruttivo corrente, di complemento alle costruzioni civili ed industriali a struttura in acciaio e per interventi minori, effettuati frequentemente anche sul costruito.

Tale tipologia costruttiva risulta infatti oggi più vantaggiosa, anche in funzione dei prodotti più avanzati che si sono andati affermando sul mercato europeo nel corso degli ultimi due decenni e di quelli che ancor oggi vengono presentati sul mercato, a costante perfezionamento del prodotto tecnologico di partenza.

Pertanto soddisfa a criteri di *ottimizzazione dell'utilizzo dei materiali*, l'impiego ormai esteso dei solai misti in lamiera grecata e calcestruzzo: mediante la collaborazione alla funzione portante della lamiera greca-

ta, della parte compressa del getto in conglomerato cementizio e dell'eventuale armatura integrativa in tondini, viene garantito in fase di esercizio uno sfruttamento ottimale dei materiali, corrispondente ad un dimensionamento strutturale più corretto e tendente al contenimento dello spessore del pacchetto solaio.

La congruenza tra le deformazioni della lamiera in acciaio e del getto in conglomerato ($\epsilon_a = \epsilon_c$) è garantita dai rilievi impressi in fase di profilatura a freddo sull'anima delle lamiere, cosiddette «di seconda generazione»: infatti, come noto, sul fronte di contatto con la superficie della lamiera in rilievo vengono a crearsi nel conglomerato cementizio distribuzioni di tensioni normali, in aggiunta alle sole tensioni tangenziali, trasmissibili per aderenza nelle lamiere lisce.

Un'altra tendenza osservabile in questi anni riguarda l'utilizzo, anche per solai intermedi, di lamiere trapezoidali di notevole altezza, comunemente definite «di terza generazione», in un primo tempo destinate prevalentemente a coperture a secco. Tali soluzioni costruttive, specialmente se con impiego di calcestruzzo collaborante, perseguono un'ottimizzazione dell'interrelazione tra solaio e organismo strutturale principale: infatti permettono un impiego, anche senza puntellature provvisorie, su luci libere (5-8 m) confrontabili alla dimensione dei lati di maglie tipiche della struttura principale di edifici in acciaio o in c.a. In tal modo il solaio può gravare direttamente sull'orditura principale, annullandosi o riducendosi l'onere per la disposizione dell'orditura secondaria, altrimenti necessaria per solai di minore altezza.

Inoltre solai comunque più rigidi, per le caratteristiche intrinseche della lamiera (maggiore altezza, irrigidimenti più diffusi) e per la presenza di soletta di calcestruzzo collaborante, possono rendere lecito considerare nel calcolo strutturale globale l'effetto di irrigidimento che il solaio stesso manifesta

nei confronti della struttura per le azioni ad esso complanari (*effetto pelle*).

Inoltre è da segnalare la tendenza a privilegiare *sistemi integrati per solai in acciaio* che concepiscano, all'interno del sistema stesso, elementi di corredo, dispositivi, componenti, mirati all'*ottimizzazione delle interferenze con le condutture impiantistiche*, con soluzioni tipologiche precostituite per le canalizzazioni degli impianti di servizio.

Va infine ricordato il settore applicativo del recupero del patrimonio edilizio esistente: solai in lamiera grecata, potendo avere luci tipiche comparabili con i campi di solaio delle strutture murarie, vengono frequentemente utilizzati, senza impiego di strutture secondarie o puntellature, con possibilità di creare cordolature e collegamenti tra i pannelli murari di supporto.

3. Aspetti specifici relativi alle pareti per l'edilizia civile ed industriale

Ovviamente la valenza estetica rappresentata per un pannello parete un requisito prestatzionale fondamentale, di importanza pari a quelli di carattere più tecnico (quali la resistenza e l'isolamento termoacustico). In tal senso è da osservare la vastità della gamma disponibile sul mercato, in relazione alla lavorazione superficiale del paramento metallico dei pannelli (micronervature, goffatura, listellature), alla disponibilità dei colori, all'utilizzo di lamiere preverniciate, alla tipologia delle giunzioni a scomparsa, alla disponibilità di sagome e pezzi speciali già prodotti a catalogo per realizzare curve e altre sagome per spigoli o rientranze della facciata.

Si ricordano in questa sede esperienze di utilizzo dei pannelli metallici coibentati, quali elementi di base per lo sviluppo di facciate ad elevato pregio, ad opera di valenti architetti. Sono da menzionare innanzitutto, per la ricchezza delle soluzioni proposte e per il particolare utilizzo di lamiere e pannelli come elementi di un parti-

TOSONI



OFFICINE TOSONI LINO S.p.A.

37069 Villafranca, Verona, Italy

Viale 1° Maggio, 8

Telefono 045 6331111

Fax 045 6300308

colare linguaggio architettonico, gli edifici residenziali progettati da Dubosc e Landowski in Francia a Boulogne Billancourt, a Nantes, a Givors, a Dijon, a Grenoble, che prevedono un utilizzo esteso per pareti e coperture di elementi grecati assemblati a secco con materassino isolante (è in corso ad opera degli stessi architetti una progettazione con impiego diretto di pannelli metallici coibentati).

Si ricordano ancora, quali esempi di particolare interesse, la recente realizzazione della fabbrica Benetton a Treviso, su progetto di Afra e Tobia Scarpa, il Centro di Biotecnologia e Bioingegneria di Pittsburgh. Infine si ravvisa la presenza sul mercato di interessanti sistemi di facciata a pannelli coibentati piani, sostituibili autonomamente, di elevato pregio tecnologico ed architettonico, compatibili con soluzioni differenziate di finestrature a nastro o in continuo, già facenti parte del sistema stesso.

4. Aspetti specifici relativi alle coperture per l'edilizia civile ed industriale

Anche per le coperture vale quanto sopra illustrato relativamente ai solai realizzati con lamiera grecata «di terza generazione», in questo caso senza impiego di calcestruzzo, relativamente alle elevate luci libere raggiungibili e all'effetto di irrigidimento della struttura nei riguardi dei carichi complanari all'impalcato.

Sono presenti sul mercato elementi metallici grecati o a doghe, che dispongono di soluzioni tecnologiche di dettaglio per i giunti longitudinali, particolarmente adatte all'impiego per applicazioni in cui siano necessarie elevate performances nei confronti dell'impermeabilizzazione (elementi aggraffati in continuo, elementi a scatto con canaline di deflusso acque all'interno del giunto ecc.) e della resistenza allo strappo delle connessioni in casi di forti depressioni eoliche (elementi con disposizione a scatto e sistemi di staffature).

Ancora sono disponibili pannelli metallici,

realizzati con isolamento in fibre minerali, che possiedono anche una elevata resistenza al fuoco e pertanto possono essere impiegati senza necessità di ulteriori diaframmi protettivi in ambienti con elevato carico d'incendio. Tali componenti sono da intendersi complementari ai pannelli con isolamento in poliuretano. Si osservano ancora prodotti grecati o ondulati composti da un pacchetto preassemblato contenente lamiera portante, impermeabilizzazione e finitura superficiale.

Si segnala infine la diffusione di soluzioni costruttive, con impiego di lamiera ondulate o grecate, per il settore, come noto in grande espansione, degli interventi di bonifica delle coperture esistenti, realizzate con elementi in cemento-amianto: tali interventi prevedono, ai sensi della vigente normativa specifica, i due metodi possibili della sopracopertura e della rimozione con sostituzione del manto di copertura.

5. Attrezzature provvisionali per le costruzioni: ponteggi di servizio

I ponteggi di servizio rappresentano una famiglia di prodotti metallici di grande diffusione destinati alla cantieristica (servizio alle manutenzioni, sostegno, banchinaggio e puntellamento). Caratteristica precipua di tali sistemi provvisionali è l'estrema componibilità degli elementi base, che permette di conseguire, aggregando opportunamente componenti elementari, strutture assai variate, dalla semplice ponteggiatura vincolata diffusamente ad un manufatto esistente oggetto di manutenzione, alla struttura reticolare, anche di notevole rilevanza statica e grandi dimensioni, destinata alla sopportazione di elevati carichi.

Si segnala un settore di impiego in cui sovente le ponteggiature assumono, per configurazione geometrica o per entità dei carichi e delle spinte da sopportare, dignità strutturale elevata: il restauro ed il consolidamento dell'edilizia monumentale, quanto mai attuale in Italia, per cui le ponteggia-

ture vengono utilizzate sia per la manutenzione straordinaria del patrimonio artistico, che per il sostegno e il contrasto di strutture danneggiate da importanti eventi sismici (come nei recentissimi esempi della Basilica di S. Francesco ad Assisi e della Chiesa di S. Maria in Via a Camerino).

È infine da ricordare come oggi, alla luce anche del recepimento della normativa comunitaria in tema di sicurezza di cantiere, viene posta finalmente maggiore attenzione all'adozione da parte delle Imprese di sistemi di ponteggiatura eseguiti a regola d'arte, utilizzando componenti certificati. Tali esigenze di sicurezza fanno sì che vengano realizzati sempre più in acciaio anche quegli elementi del ponteggio, quali le tavole per l'impalcato e le tavole fermapiEDE, tradizionalmente realizzati in legno, con incremento della durabilità e dell'affidabilità (sia della sezione resistente che, soprattutto, delle connessioni agli elementi tubolari portanti) del prodotto.

6. Attrezzature provvisionali per le costruzioni: casseforme metalliche

I sistemi di casseforme metalliche garantiscono, rispetto ai pannelli lignei, una maggiore ottimizzazione delle operazioni di cantiere, oltre che una maggiore qualità delle superfici, in caso di impiego per strutture di una certa importanza, oppure per strutture anche ridotte, ma piuttosto regolari. I sistemi sono composti da componenti elementari (pannelli, montanti, compensatori, morsetti), che mediante una aggregazione opportuna, realizzano superfici anche articolate, garantendo comunque, rispetto ad altre tecnologie, una maggiore sicurezza nell'operatività di cantiere.

7. Scaffalature per magazzini industriali

Anche le scaffalature metalliche per stoccaggio a scala industriale rappresentano sistemi strutturali assai interessanti, proprio per il fatto che, pur essendo realizzati con elementi a spinta modularità, di peso unita-

TOSONI



OFFICINE TOSONI LINO S.p.A.

37069 Villafranca, Verona, Italy

Viale 1° Maggio, 8

Telefono 045 6331111

Fax 045 6300308

rio ridotto, e con connessioni di tipo rapido (tipicamente corrispondenti a articolazioni), riescono a raggiungere dimensioni ragguardevoli, ed a costituire, nel caso di magazzini automatizzati pluripiano a corsie serviti da trasloelevatori, veri e propri organismi strutturali. Infatti è possibile notare, in termini generali, che le scaffalature, a prescindere dall'altezza e dalla portata, sono composte da elementi tipologicamente ricorrenti, pur se con caratteristiche dimensionali ovviamente differenti.

Il semilavorato tipicamente privilegiato per la realizzazione degli elementi portanti (spalle, traversi, diagonali, correnti) è il profilato sagomato a freddo, nelle sezioni a U, o a C con bordi irrigiditi, a Z, o scatolare.

8. Pannelli per impieghi speciali nel settore industriale

Esistono casi particolari, ma ricorrenti nel settore manifatturiero, in cui si richiedano ad una diaframmatura verticale specifici requisiti di elevato isolamento alla trasmissione del calore o del rumore.

Per l'isolamento termico è il caso della realizzazione di celle o banchi frigo, utilizzati sia per la produzione che per la conservazione di generi e beni vari. In tal caso vengono comunemente impiegati pannelli coibentati, realizzati con paramenti metallici e materassino isolante in fibra minerale di forte spessore (anche fino a 200 mm).

Tipologie analoghe di prodotto si utilizzano per ottenere pannelli fonoassorbenti, sovente utilizzati all'interno di edifici industriali come componenti base di sistemi silenti per la compartimentazione di aree destinate a servizi o uffici o per l'isolamento di macchinari rumorosi.

9. Barriere di sicurezza per la viabilità

La barriera laterale di sicurezza per la viabilità rappresenta una tipologia di prodotto industriale estremamente interessante per gli aspetti connessi alla relativa proget-

tazione strutturale. Ha rappresentato per lungo tempo un prodotto esclusivamente realizzato in acciaio; quindi il mercato si è rivolto ai componenti prefabbricati in conglomerato cementizio armato, ed ora si assiste ad una ripresa della barriera metallica, grazie allo sforzo fatto dall'Industria e dalla comunità scientifica in direzione di una veloce e forte riqualificazione dei guardrails stessi.

Infatti lo sviluppo di nuove tipologie di barriere metalliche ha recentemente impegnato con buoni risultati diversi gruppi di ricerca applicata, connessi a centri universitari e a Aziende produttrici: ne è derivata la concezione di nuovi sistemi tesi a conferire da un lato maggiore rigidità per il contenimento dei mezzi pesanti nella carreggiata, dall'altro una più elevata capacità di dissipazione, attraverso meccanismi controllati, dell'energia cinetica trasmessa nell'impatto.

In tal senso è da ricordare la cosiddetta barriera a *tripla onda*, caratterizzata da resistenza elevata per il contenimento dell'autoveicolo, geometria controllata per non danneggiare i veicoli collidenti e ampia capacità di risposta alle diverse energie d'urto corrispondenti ai differenti automezzi.

La progettazione di una nuova barriera di sicurezza, che ha come obiettivo l'omologazione da parte degli organi ministeriali italiani e l'inserimento nel catalogo delle barriere ammesse dal Ministero dei Lavori Pubblici, rappresenta un interessante momento di connubio tra modellazione analitica e numerica e verifica sperimentale, momento indispensabile per la verifica del prodotto.

10. Pannelli fonoassorbenti per le infrastrutture stradali e ferroviarie

La protezione dal rumore delle preesistenze adiacenti a linee stradali e ferroviarie è ormai uno standard di salvaguardia accettato e sancito dalla vigente normativa.

Le tipologie di barriere fonoassorbenti sono plurime, sia per il materiale adottato che per i meccanismi con cui viene garantita la protezione dal rumore. I pannelli con paramenti metallici microforati e materassini isolanti in fibre rappresentano il prodotto industriale standardizzato maggiormente versatile, per le fasi di installazione, di manutenzione e di smontaggio, e per le caratteristiche di adattabilità (finiture, colori, lavorazioni) all'ambiente esterno. È in programma nel prossimo futuro in Italia un vasto impiego di barriere fonoassorbenti lungo tutti i tratti urbanizzati delle linee ferroviarie ad alta velocità.

11. Appoggi strutturali per ponti

Costituiscono prodotti innovativi, per l'abbinamento nella parte scorrevole del giunto tra acciaio e altri materiali.

L'impiego di appoggi particolari in zona sismica può garantire, attraverso l'isolamento dell'impalcato dalle relative pile, un minore effetto delle azioni sismiche sul manufatto. Va segnalata la analogia tra appoggi per ponti ed elementi isolatori studiati per edifici soggetti a potenziali azioni sismiche di notevole intensità.

12. Pali per l'illuminazione

I pali per illuminazione stradale possono costituire in taluni casi elementi strutturali piuttosto arditi, a causa dei potenziali fenomeni di instabilità mobilitabili a causa della elevatissima snellezza. Infatti le sezioni tipiche possono essere influenzate pesantemente dai limiti di snellezza imposti dalla normativa.

Ormai in Italia l'utilizzo di pali in acciaio ha completamente soppiantato l'uso di pali in legno o in calcestruzzo vibrato. Va ricordato che le torri per l'illuminazione di aree più vaste o impianti sportivi o commerciali sono sovente corredate da elementi tecnologici sofisticati, per la regolazione, la manutenzione, o la sostituzione dei fari. ◇

TOSONI



OFFICINE TOSONI LINO S.p.A.

37069 Villafranca, Verona, Italy

Viale 1° Maggio, 8

Telefono 045 6331111

Fax 045 6300308

IL MONTAGGIO DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI IN ACCIAIO

Stefano Calzolari
SCL, Milano

Nell'ambito generale delle costruzioni civili ed industriali in Italia, le opere a struttura metallica costituiscono un comparto specialistico di notevole importanza, sia per diffusione che per valenza economica, anche se inferiore rispetto a quello dei paesi più evoluti della Comunità Europea. Queste opere, siano esse completamente in acciaio o solo parzialmente realizzate con tale materiale, presentano notevoli peculiarità di concezione, che rendono originali non solo le tecniche di progettazione ma anche le modalità di realizzazione in cantiere.

Sono messi in evidenza gli aspetti tipici che devono essere presi in considerazione dalle nuove figure professionali introdotte dal D.Lgs. 494/96, i «Coordinatori della sicurezza», e che differenziano la gestione del progetto e del cantiere rispetto alle costruzioni più tradizionali, realizzate in massima parte in calcestruzzo, soprattutto nel settore edilizio-residenziale.

In particolare, verranno trattati alcuni aspetti del montaggio degli elementi strutturali in acciaio, che rendono il cantiere di un'opera metallica diverso da tutti gli altri, proprio a causa delle tipiche modalità realizzative e della sequenza delle operazioni di costruzione, che determina anche la tipologia dei rischi e le conseguenti disposizioni di sicurezza.

Occorre dire che l'acciaio può essere utilizzato per opere di ogni forma e grandezza e con le più diverse funzioni, dagli edifici per uso residenziale (edifici multipiano, grattacieli) a quelli di pubblica utilità (impianti sportivi, scuole, ospedali, stazioni, aeroporti, copertura di ogni forma e dimensione etc.), dai ponti ai viadotti, fino alle strutture di tipo industriale.

L'acciaio ha la sua forza proprio nell'estrema versatilità di impiego e nelle molteplici possibilità di conformazione, che ne consentono un teorico impiego «a tutto campo». Ciò nonostante, sia a causa dei costi lievemente più elevati rispetto ai materiali tradizionali, sia – soprattutto – a causa di una carente diffusione di cultura progettuale specifica, nel nostro paese l'acciaio è utilizzato più diffusamente solo nell'industria, dove ben si adatta agli scopi specifici dell'impiantistica, ed è ancora sottoutilizzato negli edifici pubblici o residenziali, con l'eccezione di alcune opere di grande rilevanza, dove è impiegato soprattutto per la notevole leggerezza e per la possibilità di coprire grandi luci.

Molte volte l'acciaio non è utilizzato da solo, come componente strutturale a se stante, ma è unito ad altri materiali, nell'intento di creare utili siner-

gie prestazionali ed economia d'impiego. È il caso, per esempio, delle strutture «miste» acciaio-calcestruzzo (per es. solette di ponti e viadotti, solette di tipo «collaborante» in lamiera grecata e calcestruzzo per edifici etc.), in cui la parte metallica conferisce la resistenza a trazione, mentre la parte in calcestruzzo assorbe le compressioni e – se richiesto – conferisce all'elemento strutturale composto adeguata protezione (per es. contro il fuoco).

Molto comune è l'utilizzo di elementi in acciaio nella ristrutturazione di edifici esistenti, per lo più in c.a., in muratura o in legno, dove è impiegato per ripristinare elementi danneggiati o demoliti, o dove va a costituire l'ossatura portante di solette e impalcati o dove serve a garantire la stabilità locale o complessiva dell'edificio (controventature, catene etc.).

Estremamente importante è poi, in Italia, il ricorso a strutture in acciaio per l'adeguamento anti-sismico di edifici esistenti, talora di notevole pregio storico e artistico, con l'obiettivo primario di conservarne la funzione originaria senza danneggiarne l'immagine e la fruibilità.

Altre volte l'acciaio è impiegato per la realizzazione di strutture accessorie che completano la



1. Strutture in acciaio accessorie: scaffalature industriali che completano la costruzione di un nuovo capannone magazzino. Il coordinatore della sicurezza deve conoscerne i caratteristici metodi di assemblaggio (per gentile concessione della Armes Spa).

costruzione (1), o per opere provvisorie che consentono di operare nel cantiere (per es. ponteggi metallici, casseforme, puntelli etc.), o che permettono il sostegno provvisorio, il rinforzo e la riparazione di edifici lesionati o pericolanti.

Ma non è di questi casi particolari che si parlerà nel presente articolo, anche se la fattispecie è di notevole interesse per la diffusione, le prospettive di sviluppo e la dimensione economica.

Per illustrare le peculiarità delle opere in carpenteria metallica viene, invece, trattato il caso tipico di strutture impiegate in ambito industriale (2 e 3), realizzate interamente con elementi costruttivi in acciaio, che permettono di evidenziare passo passo i problemi tipici del montaggio, e di individuare le necessità di sicurezza al procedere della realizzazione di quest'opera. Naturalmente, alcune notazioni hanno validità generale e riguardano tutti i cantieri, anche quelli dove l'acciaio è utilizzato con altri materiali, o dove è previsto che divenga un componente secondario della costruzione.

Va detto, infine, che molte considerazioni possono essere estese anche ai cantieri, anche quelli dove non si tratta affatto acciaio, ma elementi prefabbricati di altra natura, in c.a. e cap o in legno,

TOSONI 

OFFICINE TOSONI LINO S.p.A.

37069 Villafranca, Verona, Italy

Viale 1° Maggio, 8

Telefono 045 6331111

Fax 045 6300308

che vengono trasportati, eretti ed assemblati tra di loro con notevoli analogie.

Caratteristiche di nascita delle costruzioni in acciaio

La presentazione inizia con l'illustrazione delle differenze «di nascita» più importanti tra le strutture in acciaio e quelle in calcestruzzo.

Queste differenze di tipo tecnico si ripercuotono non solo nella forma e nelle caratteristiche finali dell'opera, ma soprattutto nella fase di costruzione, condizionando le modalità operative in cantiere e i tempi e i metodi di realizzazione.

Peculiarità delle costruzioni in acciaio:

1. Le strutture in acciaio nascono «ipostatiche», in quanto realizzate con elementi costruttivi singoli, semplici o composti, che vengono tra loro assemblati in fase di montaggio.

2. Gli elementi costruttivi sono sempre pre-fabbricati (lamiere di varia forma e dimensione, travi laminare a caldo, profili formati a freddo da coils, elementi complessi composti per saldatura in officina etc.) e assemblati in cantiere mediante giunzioni bullonate o saldate.

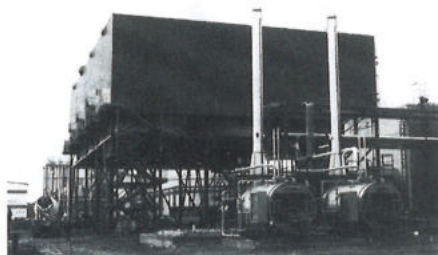
3. L'isostaticità o iperstaticità, viene conseguita attraverso i collegamenti o mediante l'aggiunta di appositi elementi stabilizzanti (per es. i «controventi», capaci di opporsi all'insorgere di forze orizzontali dovute al vento o al sisma etc.).

Opposte sono invece le caratteristiche degli edifici in cemento armato:

1. Le strutture in c.a. nascono generalmente iperstatiche, in quanto composte nella maggioranza dei casi di elementi costruttivi gettati in opera, che realizzano tra di loro collegamenti monolitici (diverso è – ovviamente – il caso degli elementi in calcestruzzo prefabbricati, come le travi o i tegoli o i pannelli in cemento armato precompresso).

2. È difficile realizzare schemi isostatici o parzialmente isostatici (per es. creando nodi a «cerniera» o appoggi scorrevoli). Il farlo richiede l'applicazione di tecniche costruttive generalmente complesse e costose, che non sono giustificabili per le opere più comuni.

3. Solo nell'ambito delle strutture in c.a. e cap pre-fabbricate (travi in precompresso, tegoli, pannelli etc.) i problemi di composizione possono assomigliare a quelli delle strutture in acciaio.



2. Una realizzazione in ambito industriale: il montaggio della struttura in acciaio interagisce con la posa in opera dei macchinari e degli impianti.

3. Un particolare costruttivo: la scaletta alla marinara è dotata della gabbia protettiva prescritta dal DPR 547/55 tit. I, art. 17. Anche il ballatoio è dotato del parapetto regolamentare.



Peculiarità della progettazione delle costruzioni in acciaio

Dopo aver visto le differenze «di nascita» fra le strutture in acciaio e quelle in calcestruzzo, osserviamo le peculiarità di tipo progettuale, che pure hanno una ricaduta determinante sul cantiere e sulla sicurezza.

Il progetto di una struttura in acciaio deve considerare non solo l'opera finita, ma l'opera in tutte le sue fasi di realizzazione:

1. Occorre valutare la facilità di approvvigionamento degli elementi costruttivi, cioè le tipologie più diffuse, o quelle più facilmente disponibili dove si realizza l'opera.

2. Occorre scegliere il tipo di materiale più idoneo, sia in funzione delle sollecitazioni massime previste, sia in funzione delle condizioni di impiego dell'opera (per es. problemi di corrosione, problemi di temperatura etc.).

3. Occorre studiare le modalità di costruzione in officina, o a pie' d'opera, delle parti pre-assemblate, privilegiando le soluzioni tecniche che assicurano la maggior resa, anche in termini di economia di produzione.

4. Occorre considerare la modalità di trasporto degli elementi costruttivi, semplici o pre-assemblati, tenendo conto della logistica del cantiere.

5. Occorre studiare le modalità di montaggio e la sequenza delle operazioni di costruzioni, che possono influenzare il dimensionamento di alcune parti.

6. Si devono individuare gli elementi strutturali «accessori», che svolgono funzioni statiche tem-

poranee durante la realizzazione dell'opera: per esempio le controventature di montaggio, che assicurano provvisoriamente la stabilità di parti già assemblate, in attesa delle strutture mancanti (4).

7. Si devono individuare le strutture accessorie che devono essere predisposte per consentire il montaggio della struttura principale: per esempio tralicci, ponteggi, scale, passerelle, ballatoi temporanei etc.

8. Si devono individuare le caratteristiche dei mezzi di cantiere e delle attrezzature necessarie per la realizzazione dell'opera «a regola d'arte»: per esempio mezzi di trasporto e di sollevamento, attrezzature varie per la preparazione dei pezzi a pie' d'opera, per la saldatura, la molatura, la sabbiatura, la verniciatura etc.

La particolare natura delle costruzioni in acciaio influenza il cantiere, che si caratterizza generalmente per gli aspetti seguenti:

1. Le operazioni di costruzione sono più rapide di quanto non avvenga per le opere in cemento armato, ma generalmente più delicate dal punto di vista della statica.

2. Nella maggioranza dei casi è necessario prevedere zone di stoccaggio materiali piuttosto estese, soprattutto in caso di pre-fabbricazioni a pie' d'opera, per accogliere gli elementi costruttivi opportunamente preparati in officina.

3. Occorre studiare attentamente la logistica del cantiere, in funzione delle operazioni di trasporto e di sollevamento degli elementi costruttivi.

4. Si devono prevedere i rischi di «lavorazioni» pericolose, quali le operazioni di assemblaggio in quota, la movimentazione di pezzi con auto-gru o

TOSONI

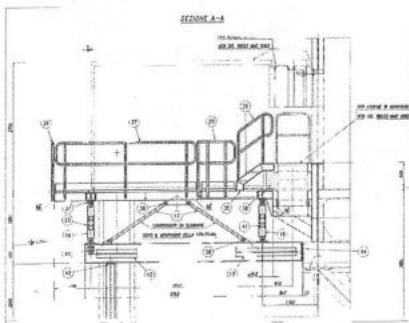
OFFICINE TOSONI LINO S.p.A.

37069 Villafranca, Verona, Italy

Viale 1° Maggio, 8

Telefono 045 6331111

Fax 045 6300308



4. I controventi di montaggio a V rovescio garantiscono la stabilità dell'impalcato prima del collegamento con la struttura esistente calda. Saranno rimossi nel seguito per consentire le dilatazioni termiche.

con altre attrezzature per il sollevamento, le operazioni di saldatura, molatura, sabbiatura e verniciatura etc., ognuna delle quali necessita di appositi mezzi di protezione individuale.

5. Si deve considerare che molte lavorazioni avvengono nello «scheletro» della costruzione, con il rischio di cadute degli operatori, o di caduta di strumenti di lavoro o di altri oggetti e materiali (5).

6. In alcuni casi occorre considerare la presenza contemporanea di squadre di lavoratori a diverse quote, sull'ossatura dell'edificio in acciaio, senza che siano ancora presenti solai, impalcati, o altri orizzontamenti capaci di «isolare» tra loro i vari operatori.

Pertanto alla luce delle considerazioni sopra esposte, appare fondamentale che il progetto di un'opera in acciaio sia realizzato avendo ben presenti le modalità di esecuzione e montaggio, privilegiando le soluzioni che prefigurano un cantiere «più facile» e problemi di sicurezza il più possibile ridotti.

Queste riflessioni valgono per il Tecnico progettista dell'opera, ma anche per il «Coordinatore della sicurezza in fase di progettazione ed esecuzione dei lavori».

Tuttavia non appare obbligatorio che la nuova figura professionale sia uno specialista di costruzioni in acciaio, bensì un tecnico in grado di «fotografare» l'opera durante tutto il suo sviluppo, in modo particolare nella sequenza dei montaggi strutturali, per prevedere la logistica, l'organizzazione delle imprese, e le situazioni di rischio nelle diverse fasi di avanzamento del cantiere.

Questa capacità di «fotografare» le situazioni in sequenza permette al coordinatore della sicurezza di scegliere nel modo più opportuno le misure di prevenzione necessarie, senza dimenticare la natura della costruzione che si sta realizzando, caratterizzata – in primo luogo – dalla velocità delle operazioni di montaggio. Come realizzare, per esempio, la posa in opera delle prime colonne e delle prime travature? Come operare in sicurezza quando ancora non esiste un nucleo di edificio costruito, e quando il programma dei lavori prevede di montare in poche ore una buona parte delle ossature portanti? Come realizzare i primi collegamenti in quota, quando ancora non esistono impalcati, scale e passerelle, o quando non è possibile usufruire di strutture d'appoggio (ponteggi etc.) per motivi logistici ed organizzativi? Come mettere in sicurezza i montatori durante le decine o centinaia di operazioni di sollevamento, che possono interessare giornalmente un cantiere di un'opera metallica, in punti diversi della struttura, ed eventualmente a quote elevate, e che non consentono – se non teoricamente – il ricorso continuo al montaggio, smontaggio e rimontaggio di ponteggi?

Non sempre possono essere utilizzate misure di prevenzione collettive, anche se la norma le preferisce esplicitamente, quando possibile, rispetto ai mezzi di protezione individuale, e crea una ben precisa gerarchia fra le scelte possibili.

In quest'ottica saper «fotografare» l'opera è l'unica attitudine che permette anche di saper scegliere, e di creare un piano di sicurezza dove gli aspetti opinabili – lasciati cioè alla sensibilità professionale del coordinatore – si armonizzano con la natura della costruzione e con le possibilità operative del cantiere, con costi e tempi di realizzazione della sicurezza che divengono logici e adeguati.

5. Una tipica fase iniziale del montaggio di un edificio in acciaio: si opera sull'ossatura vuota, mediante autogrù e *trifor*. Gli operatori sono portati in quota con appositi cestelli collegati rigidamente al braccio telescopico della gru (non devono essere in alcun modo sospesi mediante cavi o funi). Alcuni elementi strutturali, come le diagonali di controvento, non possono ancora svolgere la loro funzione statica: è necessario garantire in altro modo la stabilità delle parti già costruite.

Anche se, come detto sopra, il Coordinatore della sicurezza non deve essere necessariamente uno specialista di costruzioni metalliche è tuttavia auspicabile che conosca almeno le principali tipologie di lavorazione che si eseguono sugli elementi in acciaio (in particolare le operazioni di trasporto, sollevamento, collegamento e finitura), con l'obiettivo di eseguire un'analisi dei rischi *ad hoc* per singole lavorazioni.

Norme tecniche

Il successo finale di un'opera, in termini di sicurezza, non si basa soltanto sulla professionalità di un buon «coordinatore per la progettazione» o di un buon «coordinatore per l'esecuzione dei lavori» in cantiere. Certamente queste figure, che il nuovo D.Lgs. 494/96 prevede esplicitamente, aiuteranno a concepire l'«opera sicura», ma una porzione rilevante di responsabilità rimane affidata alla qualità intrinseca della progettazione e all'esperienza e serietà professionale degli operatori di cantiere. Ciò vale in modo particolare per le costruzioni in carpenteria metallica, che dovrebbero sempre essere realizzate da imprese specializzate e che, viceversa, possono presentare i rischi di una cattiva esecuzione, se prodotte e assemblate da imprese dotate di scarsa esperienza specifica, perché operanti normalmente in settori diversi (i lavori civili generici).

Una buona esecuzione non può prescindere dall'applicazione delle norme tecniche cogenti nel nostro Paese per la progettazione delle strutture in acciaio.

Infatti, anche tralasciando l'iter vero e proprio della progettazione e del dimensionamento (la concezione dell'opera), e riferendoci alla normale attività di cantiere, si possono individuare molte at-

TOSONI

OFFICINE TOSONI LINO S.p.A.

37069 Villafranca, Verona, Italy

Viale 1° Maggio, 8

Telefono 045 6331111

Fax 045 6300308

tività di routine che debbono essere ben guidate tecnicamente: pensiamo – per esempio – alla realizzazione in opera di particolari costruttivi, quali le forature (che devono avere certi interassi e certe distanze prefissate dai bordi liberi dell'elemento strutturale) o le saldature (che devono essere effettuate da operatori esperti, su elementi preventivamente lavorati, con attrezzature controllate e con elettrodi di qualità ben individuata).

La mancanza di esperienza e di cultura tecnica può rendere precaria la qualità finale di un'opera e pregiudicarne anche la sicurezza.

La normativa vigente, unitamente alla letteratura tecnico-scientifica disponibile in materia, è particolarmente ricca ed esauriente e ad essa ci si può riferire anche per taluni aspetti di sicurezza.

Si ricordano, nel seguito, le principali norme tecniche di riferimento, valide nel settore della carpenteria metallica:

- D.M. 09.01.1996 «*Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche*»

- CNR-UNI 10011/88 «*Costruzioni di acciaio – Istruzioni per il calcolo, l'esecuzione, il collaudo e la manutenzione*»

- UNI-ENV 1993-1-1 (EUROCODICE 3) «*Progettazione delle strutture di acciaio – Parte 1-1: regole generali e regole per gli edifici*»

Altre norme CNR di notevole utilità e diffusione:

- CNR 10022/84 «*Profilati di acciaio formati a freddo. Istruzioni per l'impiego nelle costruzioni*»

- CNR 10021/85 «*Strutture di acciaio per apparecchi di sollevamento. Istruzioni per il calcolo, l'esecuzione, il collaudo e la manutenzione*»

Le nuove norme di sicurezza

Negli ultimi anni, soprattutto grazie al processo di integrazione europeo, sono state recepite dalla nostra legislazione le direttive comunitarie in materia di sicurezza, che hanno dato luogo in Italia al D.Lgs 626/94 («*Attuazione delle direttive 89/391/CEE, 89/654/CEE, 89/655/CEE, 89/656/CEE, 90/269/CEE, 90/270/CEE, 90/394/CEE e 90/679/CEE riguardanti il miglioramento della sicurezza e della salute dei lavoratori sul luogo di lavoro*») e, ultimamente, al D.Lgs. 494/96, noto come «Direttiva Cantieri» («*Attuazione della direttiva 95/58/CEE concernente le*

prescrizioni minime di sicurezza e di salute da attuare nei cantieri temporanei o mobili»).

Il D.Lgs. 626/94 si riferisce fondamentalmente a luoghi di lavoro permanenti, con attrezzature e macchinari fissi e personale stabile. Il D.Lgs. 494/96 si riferisce invece a luoghi di lavoro temporanei (i cantieri), con attrezzature mobili e personale che si alterna.

Tali decreti si aggiungono ad altre disposizioni di legge tuttora cogenti, tra le quali cito il DPR 303/55 «*Norme generali per l'igiene del lavoro*» il DPR 164/56 «*Norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro nelle costruzioni*» e – in particolare – il DPR 547/55 «*Norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro*».

Per i coordinatori della sicurezza è utile soffermarsi soprattutto su quest'ultimo, perché costituisce una sorta di *vademecum* tecnico sulla sicurezza, con prescrizioni molto particolareggiate riguardanti i luoghi di lavoro e le diverse tipologie di lavorazione. Molte di queste prescrizioni sono valide anche per le costruzioni in acciaio: è il caso, per esempio, delle indicazioni sulle dimensioni di parapetti, passerelle, scale, ballatoi etc., con le caratteristiche minime che tali strutture ausiliarie devono avere, sia durante il periodo di cantiere, sia successivamente lungo la vita dell'opera. Sembra utile – nel seguito – fornire l'elencazione dei capitoli del DPR 547/55 più significativi per i cantieri di opere in carpenteria metallica:

TIT. II – CAP. 1

«DISPOSIZIONI DI CARATTERE GENERALE»:

Vie di circolazione, zone di pericolo, pavimenti e passaggi; Solai; Aperture nel suolo e nelle pareti; Posti di lavoro e di passaggio a luoghi di lavoro esterni; Schermi paraschegge; Vie e uscite di emergenza; Porte e portoni; Spazio destinato al lavoratore.

TIT. II – CAP. 2

«SCALE FISSE»

Scale fisse e gradini; Scale fisse e a pioli

TIT. II – CAP. 3

«SCALE E PONTI SOSPESI»

Scale semplici portatili; Scale ed elementi innestabili; Scale doppie; Scale aeree e ponti mobili svitabili; Ponti e sedie sospese; Utensili a mano; Verifiche (6).

TIT. II – CAP. 4

«PARAPETTI»

Parapetto normale; Protezione delle impalcature, delle passerelle e dei ripiani; (omissis) (7).

TIT. V – CAP. 1 «DISPOSIZIONI DI CARATTERE GENERALE»

Mezzi ed apparecchi di sollevamento e di trasporto; Stabilità del mezzo di carico; Operazioni di carico e scarico; Indicazioni della portata; Ganci; Freno; (omissis); Imbracatura dei carichi; Posti di manovra; Organi di comando; (omissis).

TIT. V – CAP. 2

«GRU, ARGANI, PARANCHI E SIMILI»

Passaggi e posti di lavoro sottoposti a carichi sospesi; (omissis) (8).

TIT. VI – CAP. 4

«IMPIANTI ED OPERAZIONI

DI SALDATURA O TAGLIO OSSIA CILINDRICA, OSSIDRICA, ELETTRICA E SIMILI»

Lavori di saldatura in condizioni di pericolo; Saldatura ossiacetilica, ossidrica e simili; Saldatura elettrica ed operazioni simili; Mezzi di protezione individuali e collettivi; (omissis) (9).

TIT. VIII – CAP. 5

«MATERIE O PRODOTTI

TAGLIANTI O PUNGENTI»

Fabbricazione, manipolazione o impiego; (omissis).

TIT. X – CAP. 3

«PROTEZIONI PARTICOLARI»

Protezione dei capelli; Protezione del capo; Protezione degli occhi; Protezione delle mani; Protezione dei piedi; Protezione delle altre parti del corpo; Cinture di sicurezza; Maschere respiratorie; (omissis).

Il DPR 547/55, pertanto, può costituire il riferimento tecnico per la redazione dei «piani di sicurezza e coordinamento», introdotti per la prima volta in Italia proprio dal D.Lgs. 494/96, che prevedono: a) l'individuazione delle misure di sicurezza per le singole lavorazioni di cantiere; b) il coordinamento di tali misure di sicurezza conseguente alla presenza contemporanea o successiva di più imprese nel cantiere.

Quest'ultima prescrizione è particolarmente vincolante per i cantieri di opere in acciaio, soprattutto quando tali strutture sono realizzate per l'industria o per edifici e opere pubbliche di una certa rilevanza, che implicano l'interazione costante tra le imprese incaricate della costruzione vera e propria (le strutture portanti), con quelle che realizzano le parti impiantistiche e architettoniche.

Un cenno particolare, dedicato a chi dovrà stilare fisicamente i «piani di sicurezza», va fatto alle schede di valutazione dei rischi per singole lavo-

TOSONI



OFFICINE TOSONI LINO S.p.A.

37069 Villafranca, Verona, Italy

Viale 1° Maggio, 8

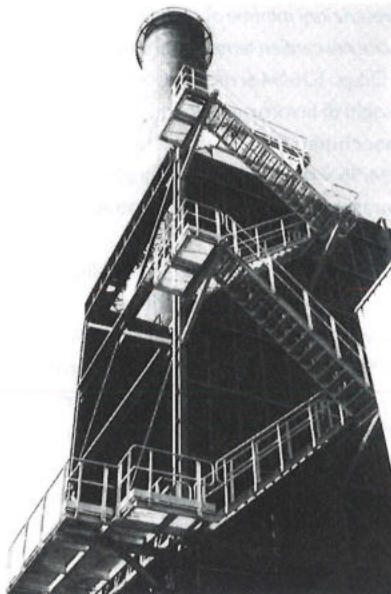
Telefono 045 6331111

Fax 045 6300308



6. Una scaletta alla marinara per l'accesso a una ciminiera: si coglie l'importanza della gabbia di protezione e la necessità degli sbarchi intermedi.

7. Una scala a rampe realizzata sul fianco di un edificio industriale. Manca ancora il parapiede sulle rampe, mentre gli impalcati sono già completati correttamente: i lavoratori possono accedere alle parti alte della struttura in piena sicurezza, pur essendo l'edificio ancora in fase di costruzione.



razioni, di cui si trova già oggi ampia letteratura, a cura – in modo specifico – dei CPT (Comitati Paritetici Territoriali) o di altri Enti preposti alla sicurezza. Per quanto riguarda i cantieri di opere metalliche, si citano – a titolo di esempio – alcune schede tipiche di valutazione dei rischi:

1. OPERATORE DI AUTOGRU

Frequenza e tipologia di attività: movimentazione carichi 50%, spostamenti 25%, manutenzione e pause tecniche 20%, riposo fisiologico 5%.

Rischi di primaria importanza: urti, colpi, impatti, compressioni, cesoiamento, stritolamento.

Rischi di secondaria importanza: vibrazioni, scivolamenti, cadute a livello, rumore.

Mezzi di protezione individuale: casco, guanti, protettore auricolare, indumenti protettivi, calzature di sicurezza.

2. VERNICIATORE O DECORATORE

Frequenza e tipologia di attività: idropuliture (o attività similari) 30%, manutenzione e pause tecniche 10%, verniciature 55%, riposo fisiologico 5%.

Rischi di primaria importanza: cadute dall'alto, punture, tagli, abrasioni, rumore, caduta materiale dall'alto, elettrici, allergeni etc.

Rischi di secondaria importanza: getti, schizzi, scivolamenti e cadute a livello etc.

Mezzi di protezione individuale: casco, guanti, protettore auricolare, indumenti protettivi, calzature di sicurezza, schermo, occhiali, maschera per la protezione delle vie respiratorie.

3. ADDETTO SABBIAATRICE

Frequenza e tipologia di attività: utilizzo sabbiatrica 80%, manutenzione e pause tecniche 15%, riposo fisiologico 5%.

Rischi di primaria importanza: urti, colpi, impatti, compressioni, scivolamenti, cadute a livello, cadute di materiale dall'alto, movimentazione manuale dei carichi.

Rischi di secondaria importanza: vibrazioni, rumore, polveri e fibre.

Mezzi di protezione individuale: casco, guanti, protettore auricolare, indumenti protettivi, calzature di sicurezza, occhiali, maschera per la protezione delle vie respiratorie.

Molti altri esempi si potrebbero fare, pensando alle operazioni tipiche di un cantiere dove si realizza una struttura metallica, individuando fase per fase il numero degli addetti alla costruzione, la loro dislocazione sull'opera, le tipologie di lavorazioni in corso e i rischi di interazione reciproca.

Ma in modo particolare, come già affermato, sono da considerare critici, per un'opera in carpenteria metallica, i rischi connessi alle operazioni di montaggio delle strutture, specialmente nelle fasi di movimentazione dei pezzi e, in generale, durante il trasporto, il sollevamento e l'assemblaggio in quota.

Questi aspetti, più di altri, dovranno attirare l'attenzione del «coordinatore per l'esecuzione dei lavori» in cantiere.

Tipicità dei montaggi delle strutture in acciaio

In quest'ultimo paragrafo si intende fornire un elenco di attenzioni specifiche, che il coordinatore della sicurezza dovrà prestare in fase di esecuzione dei lavori:

1. Durante il montaggio (in modo particolare nella fase iniziale) non abbandonare mai il cantiere senza che una singola fase sia completamente conclusa, comprendendo in essa anche il posizionamento degli elementi provvisori stabilizzanti (previsti in fase di progetto o ideati successivamente in cantiere).

2. Nella fase iniziale di un montaggio, a cantiere «vuoto», occorre massimizzare per brevi periodi (anche poche ore) la presenza di mezzi quali: autogru (eventualmente dotate di cestello sul braccio telescopico), autosollevanti etc., per il montaggio in sicurezza del primo nucleo di struttura, sul quale realizzare successivamente i mezzi di protezione collettiva o creare dispositivi (per es. funi fisse, etc.) per l'assicurazione degli operatori mediante mezzi di protezione individuale (per es. cinture di sicurezza, imbragature etc.).

3. In caso di ricorso a ponteggi, siano essi tradizionali o rampanti (10), assicurarsi in primo luogo della buona esecuzione degli ancoraggi, che devono essere in numero sufficiente, disposti con regolarità lungo la struttura, sia in lunghezza che in elevazione, ad essere fissati in modo adeguato alla parete servita. Controllare anche, con attenzione, l'idoneità del piano d'appoggio dei montanti e l'efficacia delle basette regolabili, che devono essere messe in forza sulla pavimentazione sottostante, eventualmente attraverso l'inserimento di spessori, tavole di legno etc. Infine, assicurarsi della posa in opera delle diagonali controventanti (quando previste nello schema base del ponteggio, contenuto nell'Autorizzazione ministeriale), che assicurano la stabilità del ponteggio.

4. Privilegiare, appena possibile, il montaggio degli elementi costruttivi che sono di ausilio alla salita/discesa dei lavoratori dalla costruzione: per esempio scale, passerelle, impalcati etc., dotate degli opportuni parapetti. Il ritardo nella posa in opera di queste parti comporta il perdurare delle situazioni di rischio connesse alla fruibilità dell'opera.

5. Durante il montaggio di singoli elementi co-

TOSONI

OFFICINE TOSONI LINO S.p.A.

37069 Villafranca, Verona, Italy

Viale 1° Maggio, 8

Telefono 045 6331111

Fax 045 6300308



8. La tramoggia è correttamente imbragata: all'atto della posa a terra non vi è pericolo di rotazioni o sbilanciamenti perché l'appoggio avverrà sul lato lungo e non in punta.



9. Il saldatore opera con sufficiente sicurezza essendo dotato di guanti e maschera protettiva. Il luogo non presenta pericoli di caduta del lavoratore, né di materiali o di attrezzature. Maggiore attenzione deve essere prestata per le saldature effettuate in quota, prevenendo non solo i rischi di cadute, ma anche la proiezione di schegge o di gocce di materiale fuso incandescente.

struttivi, e prima del completamento dei giunti di collegamento, mediante saldatura o mediante serraggio dei bulloni (completata la fase di aggiustaggio e centratura della struttura), assicurarsi che i bulloni di imbastitura siano in numero sufficiente per garantire la stabilità e l'auto-sostentamento dei pezzi. Assicurarsi della presenza dei dadi, pur non ancora serrati, su tutti i bulloni.

6. Durante il montaggio le piastre di base delle colonne appoggiano generalmente sui tirafondi, in quanto il getto del grout (malta di livellamento) al di sotto della piastra viene fatto successivamente. Tale situazione provvisoria può essere accetta-

ta per brevi periodi, ma diventa pericolosa se i tempi si dilatano, specialmente per le costruzioni alte e snelle (tralicci, torrioni etc.), che stabiliscono forti incrementi di sollecitazione per effetto del vento o del sisma. In ogni caso, il getto del grout deve avvenire prima del completamento – anche parziale – dell'ossatura dell'edificio, cioè prima che le strutture siano caricate del peso degli orizzontamenti, delle tamponature, delle finiture di tipo architettonico, dei macchinari e degli impianti.

7. Durante le operazioni di sollevamento, accertarsi della perfetta imbragatura del carico e dell'i-

doneità delle funi e dei ganci, che dovranno tener conto del peso da sollevare e delle dimensioni geometriche dei pezzi. Dovrà essere evitato qualsiasi pericolo di sbilanciamento del carico, in modo particolare se i pezzi sono attesi in quota, sull'ossatura dell'edificio, dal personale incaricato del montaggio (per es. collegamento di travi o di elementi di controvento su colonne o su portali già eretti). Accertarsi dell'uso dei mezzi di protezione individuale contro le cadute accidentali. Nel caso di sollevamento e trasporto di elementi accatastati, imbragati mediante funi, occorre considerare la perdita di forma del carico all'atto dell'appoggio a terra, con conseguente pericolo di schiacciamento.

8. Durante le operazioni di trasporto di carichi sospesi, mediante auto-gru o mezzi simili dotati di bracci, valutare con attenzione l'eventuale presenza di strade in pendenza, o di percorsi sconnessi, che possono modificare l'equilibrio relativo tra il carico e il centro di gravità del mezzo di trasporto, pregiudicandone la stabilità.

9. Evitare qualsiasi permanenza di personale sotto i carichi sospesi o al di sotto di zone dove si eseguono lavorazioni in quota (saldatura, bullonatura, molatura etc.). Si ricorda che, soprattutto in fase di realizzazione dei collegamenti, è molto frequente la caduta di bulloni, rondelle o altri materiali utilizzati per il montaggio, senza che siano presenti piani o strutture intermedie in grado di «isolare» i lavoratori disposti alle diverse quote e a terra. Eventualmente, disporre reti a maglia sottile o altri mezzi di protezione collettiva e obbligare sempre il personale di cantiere ad indossare il caschetto protettivo.

10. Verificare lo stato di conservazione degli elementi di piano, anche se provvisori, come i grigliati, le passerelle e le tavole metalliche prefabbricate da ponteggio. Queste ultime sono dotate di ganci saldati sui bordi, che trasferiscono ai telai del ponteggio il peso dei lavoratori, delle attrezzature e dei materiali. Presenza di ruggine o perdite d'integrità causate da urti, colpi o piegature (anche se riparate) possono pregiudicare la sicurezza e costituire grave indice di pericolo.

11. Durante le operazioni di montaggio non sottovalutare i pericoli di ingombro, anche momentaneo, del cantiere (11), che possono alterare la logistica e rendere molto più difficili e rischiose per il personale le operazioni di transito dei mezzi e di movimentazione dei materiali. ◇



10. Un tipico caso di ponteggio rampante. Fondamentale il controllo degli ancoraggi e dell'idoneità dei supporti.

11. Il cantiere è temporaneamente ingombro da elementi di impalcato preassemblati a terra. Il coordinatore della sicurezza deve considerare le conseguenze degli impedimenti logistici, anche se limitati a brevi periodi di tempo.



TOSONI



OFFICINE TOSONI LINO S.p.A.

37069 Villafranca, Verona, Italy

Viale 1° Maggio, 8

Telefono 045 6331111

Fax 045 6300308

SICUREZZA AL FUOCO: NUOVE TENDENZE IN EUROPA

Jean-Baptiste Schleich

Ingénieur Principal, ProfilARBED Recherches
Esch/Alzette, Luxembourg

Summary

This contribution describes the present state of the art in fire engineering developments. Following the Construction Product Directive issued in 1989, and its Essential Requirement *Safety in Case of Fire* from 1994, a first step consists in accepting the global structural analysis in the fire situation, in considering the accidental combination rule for actions during fire exposure and in designing according to natural fire conditions.

The Global Fire Safety Concept consists finally in considering Performance Based Requirements *i.e.* the fire safety of occupants and firemen, the protection of property and environment, a required realistic fire resistance period, and a realistic structural fire design including active fire safety.

Hence the evacuation time of occupants, the consequences of a structural failure, the effects of active fire safety and fire fighting measures as well as the danger of fire activation have to be considered.

This Global Fire Safety Concept produces real safety for people and at the same time guarantees the required structural fire resistance in real live.

Introduction

The European Commission issued on 21 December 1988 a directive concerning the products used in the construction of buildings and civil engineering works (Construction Product Directive «CPD»).

The term «construction product» refers to products produced for incorporation, in a permanent manner, in the works and placed as such on the market. It includes materials, elements, and components of prefabricated systems or installations which enable the works to meet the essential requirements.

According to that Directive the following essential requirements have to be fulfilled:

1. Mechanical resistance and stability,
2. Safety in case of fire,
3. Hygiene, health and environment,
4. Safety in use,
5. Protection against noise,
6. Energy economy and heat retention.

Concerning *safety in case of fire*, the Directive states:

«the construction works must be designed and built in such a way that in the event of an outbreak of fire:

- the load bearing capacity of the construction can be assumed for a specific period of time,
- the generation and spread of fire and smoke within the works are limited,
- the spread of fire to neighbouring construction works is limited,
- occupants can leave the works or be rescued by other means,
- the safety of rescue teams is taken into consideration».

For each of the essential requirements, an Interpretative Document was written by a specific Technical Committee of the Standing Committee set up by the EC to follow the implementation of the CPD. In the Interpretative Document «safety in case of

fire», it is foreseen that the essential requirement may be satisfied as far as structural elements are concerned by:

- tests according to harmonised standards or EOTA (European Organization for Technical Approvals) guidelines or
- harmonised calculation and design methods or
- a combination of tests and calculations.

Testing methodology standards are mainly developed by CEN TC 127 and calculation methods given in Structural Eurocodes are developed by CEN TC 250. These sets of European standards, which contain the sum of European and worldwide knowledge, gathered during the last decades, in the field of fire resistance and more specifically on the behaviour of structures in fire, should lead to a uniform manner of assessing the fire resistance of structures throughout Europe. In EC2 to EC6 and EC9, Parts 1.1 deal with design at room temperature and Parts 1.2 deal with structural fire design. In Part 2.2 of Eurocode 1, the actions in case of fire include both mechanical actions, given by the probable loads applied to a structure during a fire, and thermal actions, represented by the temperature increase in the air and due to a fire.

It is clear that this set of design standards for the fire situation constitutes an important step forward as design methods are allowed to be used instead of fire tests.

N.B. Il testo integrale della relazione è disponibile nel sito Internet:
www.iperv.it/acciaio

TOSONI 
OFFICINE TOSONI LINO S.p.A.

37069 Villafranca, Verona, Italy

Viale 1° Maggio, 8

Telefono 045 6331111

Fax 045 6300308

COMPORTAMENTO AL FUOCO. NORMATIVE VIGENTI E PROSPETTIVE FUTURE

Ugo Bonessio

Direttore del Laboratorio di Scienza delle Costruzioni
del Centro Studi ed Esperienze antincendio
Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco

Estratto

Il relatore illustra come il secondo requisito essenziale delle opere, la *sicurezza in caso di incendio*, stabilito dalla direttiva europea 89/106, possa essere perseguito con strategie complementari di *prevenzione, protezione attiva e protezione passiva*.

La Resistenza al Fuoco deve comunque essere sempre presa in considerazione dal progettista, anche per le strutture in acciaio, fissando in primo luogo gli obiettivi di sicurezza antincendio che si devono raggiungere, dai quali dipendono le classi di resistenza al fuoco da richiedere alle strutture.

Sarà poi possibile verificare le effettive prestazioni delle strutture stesse con i metodi *tabellare, sperimentale e analitico*, ciascuno dei quali deve essere impiegato correttamente tenendo

presenti, fra l'altro, le caratteristiche dell'acciaio e quelle dei rivestimenti protettivi.

Il relatore illustra inoltre alcuni aspetti della normativa nazionale che regola la materia e in molti casi limita le possibilità del progettista perché stabilisce, in forma cogente, la classe di Resistenza al Fuoco delle strutture.

Recenti provvedimenti hanno tuttavia semplificato le procedure per la *deroga*, che consente di garantire equivalenti livelli di sicurezza antincendio mediante provvedimenti alternativi a quelli stabiliti dalle regole tecniche.

Vengono infine fatti cenni sulle specifiche europee in fase avanzata di elaborazione da parte del CEN, come le procedure per le prove di Resistenza al Fuoco di molti elementi costruttivi e l'Eurocodice ENV 1993, parte fuoco, che consente il calcolo analitico della Resistenza al Fuoco delle strutture in acciaio. ◇

TOSONI 

OFFICINE TOSONI LINO S.p.A.

37069 Villafranca, Verona, Italy
Viale 1° Maggio, 8
Telefono 045 6331111
Fax 045 6300308



Date le particolari esigenze delle lavorazioni necessarie per la costruzione di «conci di navi» di grandi dimensioni e volumi e, allo stesso tempo, la inderogabile necessità di inserimento e movimentazione di elementi complementari, possibili solo con manovre dall'alto, si è sottoposta all'approvazione della Fincantieri una soluzione con moduli di copertura scorrevoli su colonne e piani di scorrimento fissi in quota.

La geometria generale era definita per un fabbricato a luce libera con pianta rettangolare di ingombro 38,50x195,00 metri suddiviso

sulla lunghezza in due zone uguali aventi altezza all'estradosso delle coperture rispettivamente di 21,00 metri e 30 metri. In corrispondenza di questo salto di quota si è creata l'ideale posizione del giunto di dilatazione.

Date le dimensioni delle due coperture così create (38,50x97,50 metri) si è suddivisa la lunghezza di ogni singola zona in 6 moduli da 38,00x16,25 metri formati da travi laterali longitudinali in profili saldati e capriate a doppia falda sia in soluzione a traliccio che in soluzione saldata ad anima piena.

Vista l'esigenza Fincantieri di avere la possi-

bilità per un'apertura libera di 38,50x32,00 metri circa, ogni modulo è stato dotato di carrelli di scorrimento su travi di banchine fisse predisponendolo di colonnini diversificati in altezza atti a permettere la sovrapposizione con sistema telescopico dei sei moduli rispettivamente alti per i due centrali e bassi per i quattro laterali.

Il fabbricato è inoltre provvisto di vie di corsa per un carroponte da 30+15 tonnellate, che sono poste rispettivamente alla quota di imposta di +14,15 metri e 22,00 metri ed indipendenti dalle travi per lo scorrimento delle coperture.

Le problematiche di apertura e della conseguente sicurezza dei moduli sono state risolte con le seguenti caratteristiche costruttive:

Movimentazione

Su quattro carrelli di cui due motorizzati con una velocità di traslazione ed una velocità di accostamento.

Apertura

Lo scorrimento viene eseguito con la selezione della tettoia da movimentare e la conseguente traslazione automatica delle tettoie contigue.

Sistema di sicurezza

Sono previsti sistemi antisollevamento per l'azione del vento delle tettoie durante il movimento, di frenatura ed ancoraggio a tettoie ferme con velocità variabile in partenza ed in accostamento.

Il sistema si basa su una rivelazione anemometrica che esclude qualsiasi manovra con velocità del vento superiore a 75 chilometri/ora.

Motorizzazione

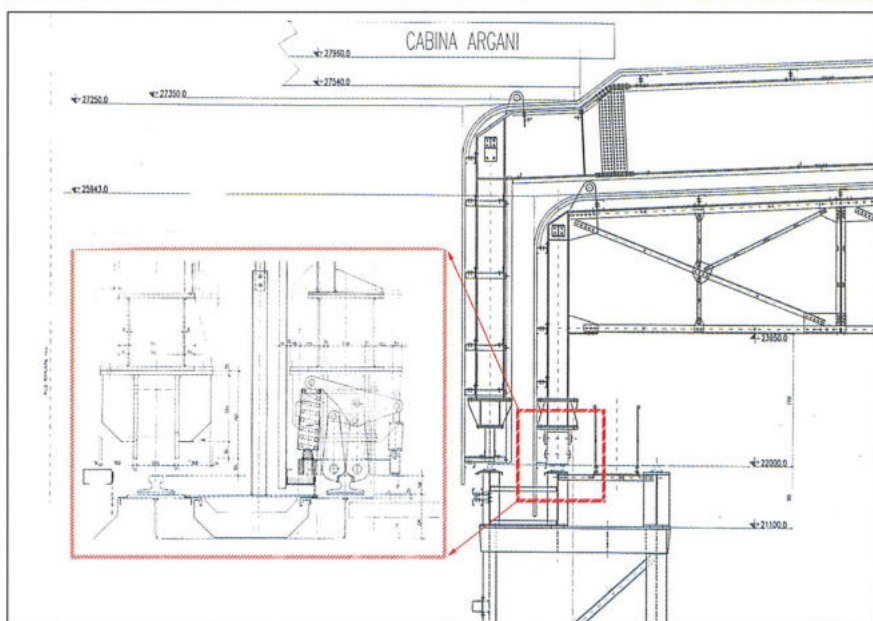
La movimentazione di ciascuna tettoia viene effettuata con quattro carrelli biruota oscillanti, costruiti da una coppia di ruote in acciaio, montate su cuscinetti a rotolamento del tipo stagno lubrificanti a vita.

Il movimento delle ruote è ottenuto a mezzo di una coppia di ingranaggi in acciaio e di un motoriduttore montato elasticamente onde assorbire eventuali anomalie nel regime di

TOSONI

OFFICINE TOSONI LINO S.p.A.

37069 Villafranca, Verona, Italy
Viale 1° Maggio, 8
Telefono 045 6331111
Fax 045 6300308



Particolare delle pinze di bloccaggio a funzionamento negativo.

marcia e munito di freno a disco del tipo negativo.

Oltre al sistema di autosollevamento sui carrelli sono previste quattro pinze applicate alla struttura della tettoia che effettuano un serraggio sulle rotaie all'apertura dell'interruttore generale di alimentazione dei carrelli.

Comandi

Sono effettuati con quadro a pulsanti e selettore di movimento tettoie, selezionando la tet-

toia in corrispondenza della quale si desidera ottenere l'apertura.

Nel caso di selezione di apertura di una tettoia intermedia si ha il movimento automatico in sequenza ella tettoia di estremità e, di seguito, di quella desiderata.

Appositi fine corsa sulle estremità e sui due lati di ciascuna tettoia assicurano l'arresto del movimento solo quando sono combacianti i due bordi contigui garantendo inoltre la riduzione di velocità all'approssimarsi di due tettoie.

La potenza della motorizzazione è prevista per consentire, in caso di emergenza, di effettuare la manovra a spinta tra due tettoie adiacenti.

La copertura delle tettoie è stata eseguita con pannelli coibentati monolitici in lamiera preverniciata che si raccordano alle pareti verticali con speciale giunto calandrato.

Per il deflusso delle acque i canali di gronda sono stati ricavati al livello di scorrimento dei moduli, a questi collegati, e completi di bordature di collegamento alla parete fissa atte a permettere la perfetta tenuta dell'acqua con moduli chiusi.

Le pareti perimetrali sono realizzate con lamiere semplici grecate preverniciate intercalate da fasce in traslucido e serramenti a nastro apribili posti nelle zone di zoccolatura.

Completano la parete 3 portoni laterali di grandi luce ad impacco verticale ed un portone di testata da 30,00x27,00 metri del tipo MookDoors, tutti previsti con elettrocomando. ◇

Progetto

Progetto costruttivo

Calcoli strutture in acciaio

Committente

Direzione Lavori

Peso complessivo della fornitura

Fincantieri – Genova

Officine Tosoni Lino SpA,
Villafranca, Verona

Ing. Ermes Tosoni

Ufficio Tecnico Officine Tosoni Lino

Fincantieri – Muggiano

Ing. Raggi

Ing. Rabbi Giuliano

1.300 t

TOSONI

OFFICINE TOSONI LINO S.p.A.

37069 Villafranca, Verona, Italy

Viale 1° Maggio, 8

Telefono 045 6331111

Fax 045 6300308

ARCHITETTURA E TECNOLOGIA DELLE FACCIATE METALLICHE

Luca Bartolini

Permasteelisa, San Vendemiano (Treviso)

IMPIANTI PER IL CONTROLLO E IL MANTENIMENTO DEL CLIMA INTERNO

Gli impianti di riscaldamento e condizionamento, soprattutto nel caso di edifici direzionali, hanno la funzione di mantenere il clima interno in una condizione ideale, regolando la temperatura e l'umidità, fornendo aria pulita ed evitando radiazioni fastidiose, correnti d'aria o altri effetti negativi quali condensazioni, crescite di batteri, accumulo di polveri o altro.

Gli impianti tradizionali usano l'aria come mezzo principale di scambio termico. Poiché l'aria ha una capacità di trasmissione del calore 4 volte inferiore rispetto all'acqua, ne sono necessarie maggiori quantità per assicurare lo stesso livello di condizionamento.

Gli impianti tradizionali hanno la capacità di smaltire l'accumulo di calore interno causato dall'illuminazione, dalle apparecchiature, dalle persone e dall'irraggiamento solare solo con grandi consumi energetici anche se tale accumulo non è controllato dalla facciate attive.

Confrontati con altri sistemi alternativi, gli impianti tradizionali hanno elevati costi d'installazione e nell'arco di 25 anni di vita utile presentano costi di funzionamento e di manutenzione più elevati.

I sistemi radianti, che usano l'acqua come fluido di scambio termico, hanno costi iniziali simili o leggermente più bassi, permettendo però notevoli risparmi durante il periodo di vita utile dell'edificio, grazie all'utilizzo di quantità inferiori di fluido e di energia elettrica rispetto ai tradizionali sistemi funzionanti prevalentemente ad aria.

Il costo di manutenzione di un sistema radiante è inferiore, in quanto circoscritto e

esclusivamente alle valvole di controllo del flusso dell'acqua, le sole parti in movimento dell'impianto.

La pulizia dei filtri è notevolmente ridotta: i filtri e la scarica della condensa sono limitati ai condotti o alle zone alimentate dall'aria primaria.

L'obiettivo è duplice: risparmiare energia e migliorare il comfort degli utenti.

Per questo motivo i sistemi radianti funzionano al meglio solo se associati a una facciata attiva, interattiva o a ventilazione naturale, che limita lo scambio termico per radiazione e conduzione.

L'adozione combinata di facciate e impianti BLUE TECHNOLOGY® permette dei risparmi che divengono via via più consistenti negli anni, grazie al contenimento dei consumi e ai ridotti costi di manutenzione. Non vanno inoltre trascurati gli aspetti ecologici del risparmio energetico.

Principi di funzionamento

Impianti tradizionali a movimento d'aria

1. I SISTEMI TRADIZIONALI (1) utilizzano esclusivamente il movimento dell'aria per il condizionamento.

Per rinfrescare o raffreddare efficacemente, l'aria deve essere mossa in grandi quantità (da 5 a 8 ricambi d'aria ogni ora) e a una temperatura molto più bassa (10°C) o più alta di quella dell'ambiente interno.

I diffusori devono essere accuratamente posizionati per contenere gli sbalzi di temperatura e distribuire l'aria in modo omogeneo, riducendo al minimo le stratificazioni.

La grande velocità e le grandi quantità d'aria si traducono spesso nelle lamentele degli utenti a causa delle correnti e dei rumori.

IMPIANTI TRADIZIONALI AD ARIA (diffusori sul soffitto)



VENTIL-CONVETTORI (diffusori vicino alla finestra)



1. Tratto da: HSHRAE handbook, Fundamentals.

I sistemi tradizionali a ventil-convettore (a 2 o a 4 tubi) (1), con la distribuzione dell'aria lungo il perimetro degli ambienti, devono anch'essi essere accuratamente controllati. Le griglie, posizionate sotto le finestre, fanno scorrere l'aria lungo la superficie interna del vetro.

L'aria calda immessa può presentare grandi differenze di temperature rispetto a quella sulla superficie del vetro e portare a fenomeni di shock termico. L'aria che scorre sul vetro ha inoltre l'effetto di aumentare l'accumulo e la dispersione di radiazioni all'esterno. I sistemi a ventilazione lungo il perimetro inoltre portano a una perdita di spazio utile dovuto all'area che occupano (da 0.4 a 0.8 metri) e creano una fascia perime-

DISTRIBUZIONE DELLE TEMPERATURE NELL'AMBIENTE INTERNO (riscaldamento)



2.

TOSONI

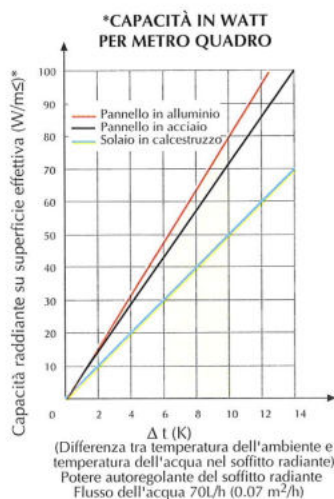
OFFICINE TOSONI LINO S.p.A.

37069 Villafranca, Verona, Italy

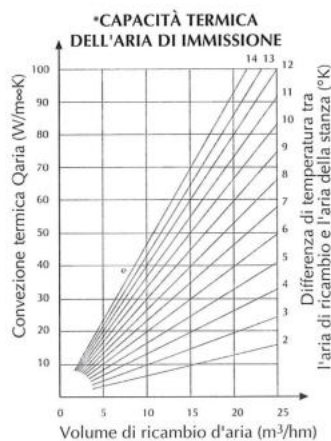
Viale 1° Maggio, 8

Telefono 045 6331111

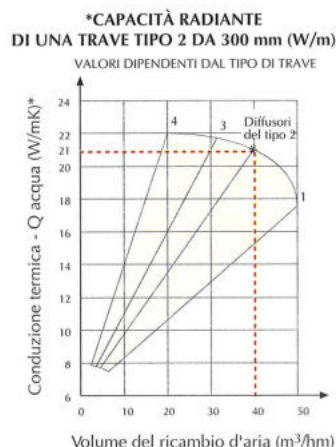
Fax 045 6300308



3.



4.



5. Tratto da Kefer (Germany).

trale di «non comfort» di circa 1.5 metri. Poiché l'aria è continuamente riciclata o «condizionata» attraverso i ventilatori, bisogna anche fare attenzione agli effetti della polvere e al rischio di contaminazione dovuto a batteri.

La «sindrome del legionario» o la «sindrome da edificio malato» sono fenomeni frequentemente associati con questi sistemi di trattamento dell'aria.

Sistemi radianti

2. I SISTEMI RADIANTI (2) sfruttano la differenza di temperatura tra l'acqua dell'impianto e l'aria nell'ambiente: la trasmissione del calore avviene per radiazione al 60% e per convezione nel restante 40%.

I movimenti d'aria sono quasi assenti e non ci sono correnti fastidiose.

La temperatura dell'acqua in un soffitto raffreddato è di solito tra i 16° e i 18°: questo equivale a un risparmio nel costo di esercizio rispetto ai sistemi a ventil-convettore, dove invece l'acqua deve circolare fra i 7° e i 10°, costringendo a impieghi rilevanti di elettricità e freon inquinanti.

L'efficacia di un soffitto radiante è ottenuta grazie alla differenza tra la temperatura dell'ambiente (26°) e il soffitto (16°-18°).

L'impianto è dunque autoregolante, poiché un aumento nella temperatura dell'aria nella stanza porta ad un aumento della capacità radiante del sistema (3).

Chi entra in una stanza dove viene utilizzato un sistema radiante ad acqua, sente un

immediato effetto di comfort radiante sulla superficie della pelle. Poiché il principale sistema di condizionamento avviene attraverso radiazioni, è richiesta una minore quantità di ventilazione.

Normalmente sono sufficienti da 1.8 a 2.5 ricambi d'aria per ora (4).

L'aria fresca o la ventilazione di supporto possono essere fornite con le tradizionali canalizzazioni posizionate nel vuoto del solaio, lungo il corridoio o con canali a pavimento a ventilazione forzata.

Il sistema a pavimento permette una più facile installazione e distribuzione, mentre il sistema a soffitto consente l'uso di pavimenti sopraelevati.

Altri sistemi radianti

3. ACTIVE BEAM. La trave è composta da una canalizzazione che porta l'aria primaria a passare attraverso un elemento alettato, elevando così la potenza riscaldante o raffreddante (5).

Ad esempio alcuni fornitori di tali sistemi ottengono 21W/m²K con diffusori del tipo 2 per 40 m³ di aria per ora a metro lineare.

Se la differenza tra la temperatura dell'acqua e quella della stanza è di 10°K, la capacità è di 21x10=210 W/m di potenza della trave.

I costi di installazione sono inferiori poiché la trave ingloba vari elementi: i pannelli radianti, le canalizzazioni per l'aria in entrata e in uscita ed eventualmente (come optional) gli impianti di illuminazione.

4. A,B,C. SOLAI E PAVIMENTI RADIANTI. Attraverso delle condutture vengono riscaldate o raffreddate le grandi masse dei solai e dei pavimenti; questi irradiano verso la stanza con una potenza che è espo-

nenziale rispetto alle differenze di temperatura (fra aria della stanza e superficie del soffitto-solaio e del pavimento).

I ricambi d'aria possono avvenire attraverso le finestre o attraverso canalizzazioni dell'aria primaria incorporate a pavimento o nelle pareti dei corridoi.

5. SISTEMI MISTI. Con solai raffreddati o riscaldati come sopra (4), con scambiatori di calore che recuperano le frigorie o le calorie. Unitamente a soluzioni di riscaldamento o raffreddamento a solaio, con lo scopo di evitare costose condutture per i ricambi dell'aria si possono utilizzare delle nuove apparecchiature tipo fan-coil.

Queste ricambiano l'aria ambiente recuperandone il 50% delle frigorie o calorie.

Quest'aria di rinnovo passa poi attraverso una batteria (calda o fredda) controllando così i microclimi delle singole stanze.

INVOLUCRI ARCHITETTONICI TRADIZIONALI E INNOVATIVI

La facciata è l'involucro di un edificio e ne rappresenta l'investimento economico più importante.

Ad esempio, il rendimento energetico di una facciata dipende notevolmente dalle sue prestazioni e apparenti risparmi iniziali comportano spesso costi successivi più elevati.

TOSONI

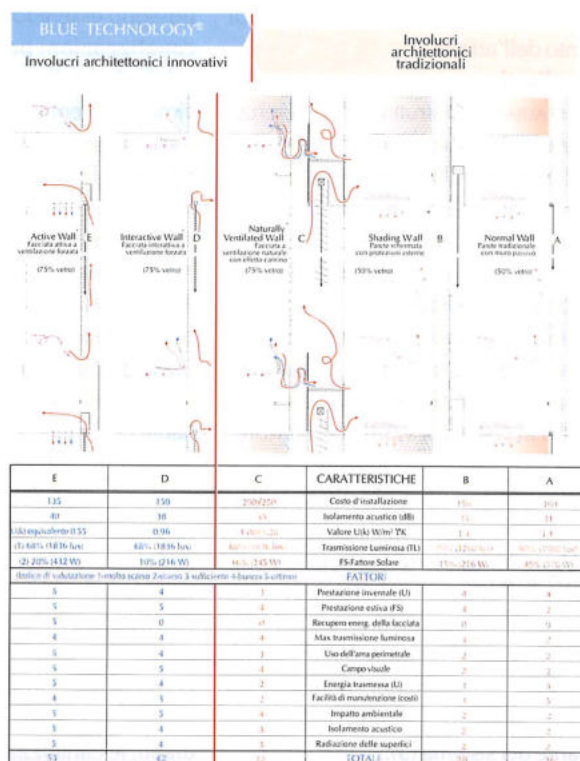
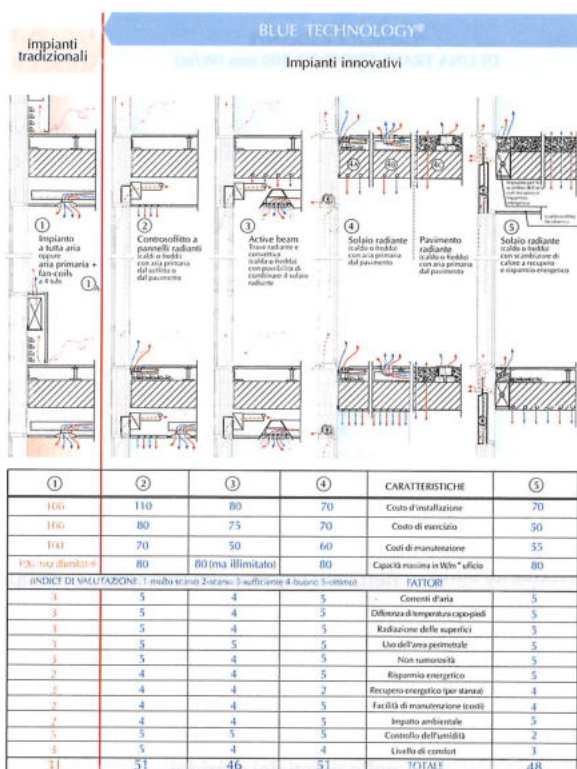
OFFICINE TOSONI LINO S.p.A.

37069 Villafranca, Verona, Italy

Viale 1° Maggio, 8

Telefono 045 6331111

Fax 045 6300308



(1) La quantità totale di luce per metro lineare di finestra viene calcolata considerando una sorgente esterna di 1000 lux moltiplicata per la percentuale di trasmissione luminosa e l'altezza della finestra (2700 o 1800mm).

(2) La quantità totale di calore termico per metro lineare di finestra viene calcolata considerando una radiazione esterna di 800 W/m² moltiplicata per la percentuale del fattore di trasmissione solare e l'altezza della finestra (2700 o 1800mm).

TOSONI

OFFICINE TOSONI LINO S.p.A.

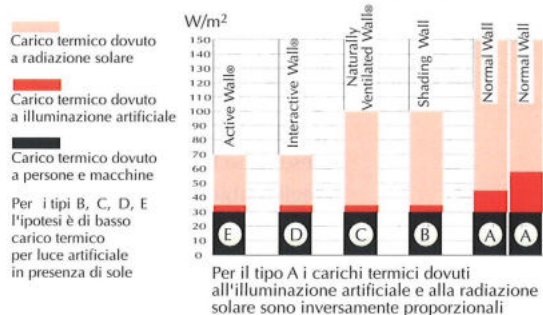
37069 Villafranca, Verona, Italy

Viale 1° Maggio, 8

Telefono 045 6331111

Fax 045 6300308

CONSEGUENZE DEL TIPO DI FACCIATA SUL CONDIZIONAMENTO



6.

L'efficacia stessa degli impianti, a causa delle scelte sull'involucro, viene talvolta compromessa.

Di conseguenza, la facciata dovrebbe essere vista come un componente integrato con la struttura e gli impianti e quindi come un fattore molto influente sui costi di funzionamento e manutenzione (6). Purtroppo, molti edifici oggi sono progettati considerando i costi iniziali come il principale e spesso l'unico obiettivo, poiché danno veloci ritorni di capitale all'investitore, mentre a lungo termine i costi operativi sono a carico dell'affittuario o del proprietario.

Si dovrebbero invece prendere in considerazione molte altre componenti nel costo totale di un edificio, non ultimo il benessere degli utenti.

Piccoli incrementi della produttività dovuti a miglioramenti del comfort e dell'illuminazione grazie alla BLUE TECHNOLOGY® possono velocemente compensare i maggiori costi iniziali.

Il committente e il progettista dovrebbero quindi considerare il benessere interno come un obbligo nella progettazione, non come un «ingrediente» facoltativo.

Principi di funzionamento

Oltre alla protezione dall'aria e dall'acqua, l'involucro edilizio deve trovare un equilibrio tra protezione dall'irraggiamento e trasmissione della luce.

Una illuminazione efficace è importante non solo quando permette un risparmio e-

nergetico grazie al ridotto utilizzo di luce artificiale, ma anche quando aumenta notevolmente il comfort degli utenti permettendo un'interattività con l'ambiente esterno.

Collocare grandi superfici vetrate in un edificio significa massimizzare il beneficio della luce naturale, ma è necessario intervenire per ridurre la trasmissione di calore all'interno con dispersione di energia verso l'esterno attraverso il vetro.

La trasmissione di calore all'interno di un edificio attraverso la facciata avviene principalmente tramite la radiazione solare individuata dal Fattore Solare (FS) o TET (Total Energy Transmission) e attraverso la conduzione dovuta alle differenze di temperatura tra l'aria interna e quella esterna, come misura dal valore U(k).

La luce visibile costituisce circa il 50% delle onde corte, che sono la causa del riscaldamento.

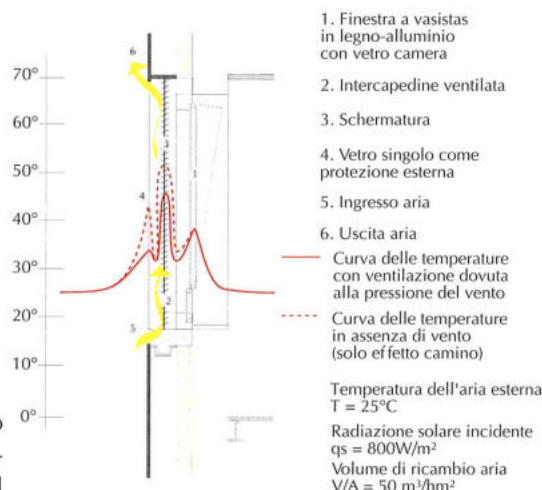
Le conoscenze scientifiche attuali sulla protezione dalle radiazioni solari permettono di modificare le onde corte in onde lunghe e di lasciare passare la luce senza accumuli di calore.

Questo è possibile grazie alle facciate attive o interattive. Sono qui illustrati una serie di involucri architettonici tradizionali e del tipo BLUE TECHNOLOGY®, presentati con degli indici di valutazione che ne descrivono le caratteristiche prestazionali.

Poiché ogni sistema è soggetto a contesti sempre variabili, lo schema seguente servirà solo come linea guida.

PARETE A VENTILAZIONE NATURALE

7.



A) NORMAL WALL. Le facciate tradizionali con muro «passivo» forniscono delle prestazioni limitate.

Il modo pratico ed efficace per contenere la trasmissione del calore è ridurre la superficie vetrata della facciata.

Questo non solo riduce la quantità di luce che entra nell'edificio ma pone anche dei vincoli alle scelte architettoniche. L'accumulo di calore è ridotto al minimo grazie all'uso di vari tipi di vetro: riflettenti, a bassa emissività e selettività. Poiché la componente visibile della luce rappresenta il 50% dell'energia trasmessa dal sole sotto forma di calore l'uso di questi vetri riduce notevolmente anche la trasmissione luminosa.

Il risultato è una vista verso l'esterno meno gradevole e meno naturale.

Per ridurre ulteriormente l'accumulo di calore, la maggior parte dei sistemi passivi utilizza schermature interne.

L'efficienza di questi sistemi è condizionata dalla capacità di riflettere la radiazione solare in ingresso attraverso il vetro prima che possa essere assorbita e convertita in calore. Una protezione interna, ad esempio una veneziana, ha quindi una efficacia limitata se permette al calore di penetrare all'interno della stanza prima di riuscire ad attenuarlo.

Il calore assorbito e re-irradiato dalla schermatura interna dunque contribuisce direttamente alla richiesta di un maggiore condi-

TOSONI

OFFICINE TOSONI LINO S.p.A.

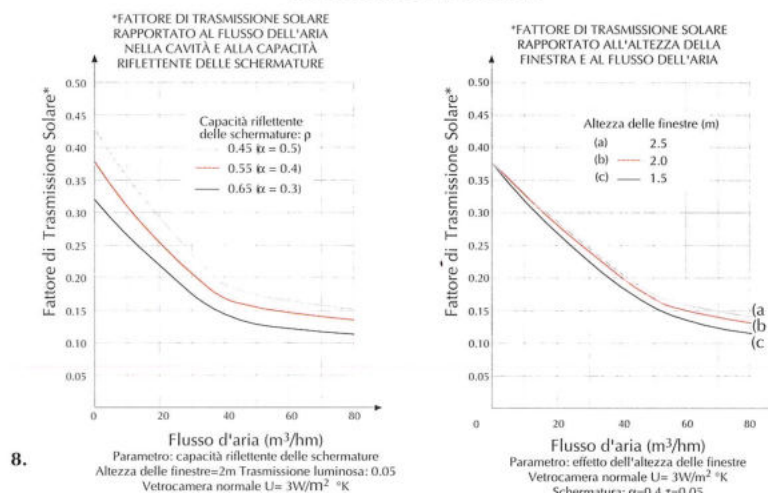
37069 Villafranca, Verona, Italy

Viale 1° Maggio, 8

Telefono 045 6331111

Fax 045 6300308

PARETE ATTIVA O INTERATTIVA



zionamento da parte degli impianti e quindi maggiori consumi energetici.

B) SHADING WALL. Alcuni test hanno dimostrato senza alcun dubbio che il modo migliore di controllare il calore del sole è con l'uso di protezioni esterne poiché intercettano la radiazione prima che questa entri nell'edificio.

Per raggiungere la massima efficienza l'intera superficie vetrata deve essere schermata. Le protezioni esterne da sole rappresentano un incremento nei costi a causa della difficoltà dell'installazione e della necessità di difendersi dalla pressione del vento; inoltre devono essere manovrabili per poter funzionare al meglio.

Altri costi includono la manutenzione, la pulizia e la necessità di modificare e migliorare i sistemi di manutenzione dell'edificio. Protezioni fisse come i frangi raramente forniscono una barriera completa, soprattutto nelle facciate rivolte ad est e ad ovest quando il sole sorge e tramonta.

In questi casi per provvedere ad una protezione sufficiente le schermature dovrebbero essere posizionate con un angolo tale che le funzioni principali di una finestra – garantire visibilità e illuminazione – verrebbero praticamente annullate.

C) NATURALLY VENTILATED WALL®. Le facciate a ventilazione naturale sono un sistema efficace per provvedere alla protezione dalle radiazioni solari.

Il sistema si basa sul principio di utilizzare una cavità con una doppia «pelle» di vetro e un dispositivo di schermatura all'interno.

Questo riflette la maggior parte delle radiazioni solari in ingresso.

Una parte di queste è convertita in calore e re-irradiata nello spazio tra i due vetri.

L'aspirazione del calore accumulato nell'intercapedine dipende dagli effetti della pressione esterna del vento e dall'«effetto camino».

Questo funziona in base al principio che il calore assorbito e re-irradiato dalla protezione sale all'interno della cavità, mentre viene immessa aria più fresca per sostituire l'aria calda ascendente.

Il sistema è più efficiente quando la pressione del vento è maggiore, ma poiché la frequenza e l'intensità del vento non sono prevedibili, le prestazioni possono variare (7).

Affinché la parete sia efficacemente ventilata la larghezza dell'intercapedine è molto maggiore rispetto a un Active Wall® o a un Interactive Wall®.

Questo richiede una facciata particolarmente profonda e pesante.

Il sistema non permette grossi risparmi energetici in quanto l'aria della camera ventilata viene completamente espulsa e non portata ad uno scambiatore di calore.

Sebbene il sistema sia efficace nel controllo del carico termico, il dover introdurre aria esterna durante il periodo invernale signifi-

ca una trasmissione di freddo attraverso il vetro interno. Inoltre, la pressione esterna del vento deve essere attentamente controllata in quanto i test hanno verificato il verificarsi di forti oscillazioni delle protezioni. Questo è un fattore importante da tenere presente in luoghi particolarmente ventosi. Negli ambienti urbani, la ventilazione con aria esterna non filtrata necessita la pulizia dei due vetri.

D) & E) ACTIVE WALL® & INTERACTIVE WALL®. Le facciate attive e interattive si basano sullo stesso principio delle pareti ventilate ma presentano ulteriori vantaggi.

Come in una parete a ventilazione naturale, la parte sensibile del calore che sale nella cavità è estratta con una ventilazione forzata o controllata.

I grafici prodotti dai risultati dei test mostrano che il fascio solare di una facciata attiva è inversamente proporzionale al volume di flusso dell'aria (8).

La facciata è più compatta, poiché richiede uno spessore inferiore rispetto una parete ventilata naturalmente.

Con un Active Wall® gli accumuli di calore sono eliminati utilizzando l'aria interna della stanza.

Durante l'inverno, il vetro interno può essere mantenuto a temperature vicine a quelle della stanza (con differenze di 1-2 gradi), in modo da eliminare qualsiasi trasmissione del freddo e permettere un migliore uso dell'area perimetrale dell'edificio.

Il calore rimosso da una parete attiva può essere utilizzato in collegamento con un sistema di scambio di calore in modo da garantire un ulteriore risparmio energetico.

Un'Interactive Wall® è simile a una parete a ventilazione naturale ma l'intensità della ventilazione è controllata grazie all'uso di un sistema convettore che utilizza quantità di energia limitata o energia solare, oppure è connesso all'impianto elettrico.

Questo sistema è indipendente dai principali impianti dell'edificio.

Grazie alla compattezza della facciata, il vetro interno è completamente apribile, permettendo sia facilità di pulizia e manutenzione, sia la possibilità di ventilare gli ambienti. ◇

TOSONI

OFFICINE TOSONI LINO S.p.A.

37069 Villafranca, Verona, Italy

Viale 1° Maggio, 8

Telefono 045 6331111

Fax 045 6300308

FRACASSO PERFORMANCES



Tecnologia Fracasso

La Metalmeccanica Fracasso S.p.A. realizza una vasta gamma di prodotti per il settore stradale: BARRIERE STRADALI DI SICUREZZA - BARRIERE ACUSTICHE FONOISOLANTI E FONOASSORBENTI - GIUNTI DI DILATAZIONE - APPOGGI STRUTTURALI PER PONTI - CONDOTTE IN LAMIERA ONDULATA AD INTERAZIONE CON IL TERRENO.

Barriere di Sicurezza Sistema 3n® FRACASSO

Un impianto per la sicurezza stradale con prestazioni di particolare interesse: contenimento di urti di elevatissima energia ed alta sicurezza per gli occupanti delle piccole autovetture; collaudato nei principali laboratori europei con più di 40 full scale crash test, ha dimostrato di possedere i più alti requisiti previsti dal regolamento italiano e dalla norma europea EN 1317 ed ha conseguito anche la omologazione USA dalla Federal Highway Administration al livello TL-5.

Sistema 3n® FRACASSO:
la sicurezza del futuro è già disponibile.
Perchè aspettare?

FRACASSO

METALMECCANICA FRACASSO spa

VIA BARBARIGA N.7
30032 FIESSO D'ARTICO
VENEZIA / ITALIA
TELEFONO 049/9899111
TELEX 430089 FRAVEN I
TELEFAX 049/504619 - 9800072
Internet: www.fracasso.it
E-mail: mbox@fracasso.it



CISQ

ICIM

BSI
REGISTERED FIRM

Cert. n° FM 39138

ISO 9001
CERTIFIED
QUALITY SYSTEM

ISO 9001 Cert. n° 0164/0

PROTEZIONE DELLE SUPERFICI ZINCATE

S. Rossi, P.L. Bonora, F. Deflorian, L. Fedrizzi

Laboratorio di Anticorrosione Industriale
Dipartimento di Ingegneria dei Materiali
Università di Trento

Introduzione

La Scienza e Tecnologia dei Materiali è una attività multidisciplinare che è fiorita di recente ed è collegata con la generazione e la applicazione di conoscenze sulla composizione, struttura, lavorazione dei materiali e sulle loro proprietà ed impieghi. Uno degli aspetti meno immediatamente percepibili di questa attività è lo studio delle proprietà (e dei modi per esaltarle) dei materiali di resistere al degrado ed all'attacco aggressivo dell'ambiente. Cercherò nel seguito di esporre i fondamenti e le tecnologie che reggono lo studio della affidabilità e protezione dei materiali, con particolare riferimento a quelli metallici, completando il testo con alcuni dati recenti su come il concetto venga svolto presso la nostra Università.

La corrosione è definibile come il naturale ritorno del metallo ad uno stato a basso contenuto energetico e ad alto contenuto entropico ossia, in termini più semplici, come la degenerazione delle proprietà fisiche, chimiche e meccaniche del materiale metallico, dovuta all'interazione con l'ambiente circostante. In altre parole può essere considerata come il processo inverso della metallurgia estrattiva.

Da un punto di vista più filosofico: la corrosione è una condanna dalla quale non si sfugge, ma che può essere alleviata con un corretto uso della tecnologia.

Oltre a colui che coltiva la materia per *seguir vertute e conoscenza* chi può dirsi interessato allo studio della corrosione?

- Il costruttore e l'ingegnere chimico che

devono apporre alle loro opere il marchio di qualità della resistenza all'attacco corrosivo, come risultato di una accurata progettazione mirata alla durabilità ed affidabilità.

- L'economista, che deve poter tener conto del danno apportato dalla corrosione nel calcolare i tempi di ammortamento di un materiale o di una struttura.
- Le autorità sanitarie o, con un termine più generico e moderno «gli ecologi», che sono tenuti a conoscere la velocità di dissoluzione di metalli e leghe a seconda dell'ambiente e cioè le loro caratteristiche di resistenza alla corrosione per prevedere, evitare ed eliminare cause di contaminazione, avvelenamento ed inquinamento.
- Il medico, in particolare il chirurgo o l'ortopedico, che devono conoscere (o almeno preoccuparsi che altri abbiano pienamente delucidato) le caratteristiche di corrosione di protesi metalliche ed il loro comportamento alla fatica per evitare, per esempio, che il femore rifatto dopo una rovinosa caduta sui campi da sci debba altrettanto rovinosamente cedere per una banale cricca intergranulare di, ammettiamo, un chiodo in lega inossidabile.

Per avere un'idea dell'entità dei danni provocati da questo inevitabile «flagello» diremo che il costo nazionale totale della corrosione dei metalli per il territorio degli Stati Uniti, nel 1990, è stato valutato in 189 miliardi di dollari.

Questo costo, oltre che dei danni è comprensivo anche dei mezzi con i quali si

mitigano gli effetti della corrosione stessa come l'uso di protezione catodica, inibitori, rivestimenti protettivi ecc.: in ultima analisi, il degrado dei materiali è un problema primario della civiltà industriale.

I materiali sono l'archetipo dell'umanesimo. L'uso e la trasformazione dei materiali rappresentano il segno distintivo dell'essere umano, ne hanno caratterizzato l'evoluzione, ne segnano la storia. Senza materiali, il pensiero stesso perderebbe memoria di sé.

La prima tecnologia di cui la storia dell'umanità abbia memoria è la cottura dell'argilla: da malleabile ma priva di proprietà meccaniche, a dura (e durevole)... ma non elastica.

L'unico materiale naturale che associ le proprietà di durezza ed elasticità è il legno. La scoperta dei metalli ha segnato il passaggio verso nuove tecnologie ed una evoluzione che ha liberato l'uomo dai bisogni primari, lasciandogli libertà di aprire lo spirito a scoprire nuovi orizzonti immanenti. L'uomo ... alcuni uomini, in realtà: i fortunati possessori della tecnologia dei metalli. La tecnologia ha infatti sempre significato anche potere: ricordiamo gli egiziani e gli ittiti; Cesare, che durante la guerre galliche modificò la tradizionale strategia d'assalto grazie alla scoperta dei trattamenti termici di tempra superficiale: le spade dei Romani erano dure e tenaci, mentre quelle del nemico si piegavano al primo impatto. Ricordiamo che il Papa scomunicò coloro che osavano far uso ... della catapulta!

Per millenni l'uomo ha fantasticato sulle

TOSONI **OFFICINE TOSONI LINO S.p.A.**

37069 Villafranca, Verona, Italy
Viale 1° Maggio, 8
Telefono 045 6331111
Fax 045 6300308

proprietà dei materiali, senza mai riconoscere le relazioni con la loro natura, struttura, composizione. Plinio il Vecchio attribuiva la ruggine del ferro (*Ferrum corumpitur* ...) alla punizione degli Dei per l'uso mortifero che gli uomini ne fanno...

La rivoluzione industriale, mettendo a disposizione forza motrice, ha sviluppato estensivamente l'uso dei materiali tecnologici, con scarsa speculazione verso l'innovazione. Solo alla fine del diciannovesimo secolo cominciò l'era scientifica dei materiali, con lo sviluppo della fisica atomica e molecolare. La conoscenza delle relazioni tra struttura e composizione, da un lato, e le proprietà meccaniche, elettriche, magnetiche, ottiche dei materiali dall'altro, ha permesso la produzione di nuovi materiali e nuove tecnologie.

È in corso da pochi anni un approfondito esame critico del ciclo di vita dei materiali, dettato dalla consapevolezza, ormai acquisita, che le caratteristiche di impiego dei materiali erano state considerate, nei tempi precedenti, sotto il profilo troppo passivamente consumistico.

Fra gli argomenti più critici in questo nodo si possono individuare:

- la necessità di impiegare, con vita utile molto estesa, materiali relativamente economici (come l'acciaio da costruzione), nobilitati da trattamenti superficiali;
- la necessità di impiegare materiali di alta qualità in condizioni di servizio estreme (ma ancora, ad esempio, un acciaio smaltato può sostituire in molti casi leghe inossidabili con risparmi enormi ed affidabilità confrontabile);
- la necessità di predire, entro limiti molto ristretti, quale sarà il tempo reale di possibile utilizzazione di un manufatto: ciò implica una conoscenza molto approfondita della struttura dei materiali, del loro comportamento in condizioni aggressive, delle caratteristiche dello stato superficiale e della sua protezione;

- la necessità di informare capillarmente i tecnici di ogni livello di responsabilità sulle norme, anche elementari, di prevenzione e protezione dalla corrosione, la cui conoscenza, com'è noto, può essere un immenso fattore di economia e di estensione della vita utile dei materiali.

La pelle dell'acciaio

L'utilizzo di rivestimenti di zinco costituisce uno dei mezzi più efficaci per proteggere manufatti in acciaio dalla corrosione. Si passa da piccoli particolari, quali viti, bulloni, componentistica per automobili, a manufatti di grandi dimensioni quali tralicci, serbatoi, tubazioni.

A seconda della geometria, della dimensione del manufatto e delle specifiche del prodotto le tecniche di deposizione dello strato di zinco sono diverse: si ha l'elettrodeposizione, la zincatura a caldo (*hot dip galvanizing*), la zincatura a spruzzo, rivestimenti prodotti mediante placcatura meccanica o per diffusione (*sherardising*) ed infine rivestimenti organici contenenti polveri di zinco.

Indipendentemente dalla metodologia d'applicazione i rivestimenti di zinco proteggono il substrato di acciaio costituendo una barriera agli agenti aggressivi finché il rivestimento risulta integro. Quando sono presenti dei difetti passanti (che raggiungono il substrato) lo strato di zinco continua a proteggere l'acciaio di substrato offrendo protezione catodica (quest'ultimo aspetto, unito alla non tossicità dello zinco e dei suoi prodotti, ha costituito il successo di queste numerose tipologie di rivestimenti di zinco). Spesso tuttavia si presenta il problema di proteggere le superfici zincate. Tale argomento costituisce l'oggetto di questa memoria.

Per la vastità dell'argomento e per la

complessità delle problematiche, questo articolo non è sicuramente esaustivo ma il suo scopo è quello di indicare alcuni aspetti chiave importanti da tenere presenti quando ci si accinge a progettare la protezione di un manufatto zincato, rimandando a testi specializzati, alcuni dei quali vengono citati in bibliografia (e dai quali provengono molti spunti presenti in questa memoria) ulteriori approfondimenti.

Il trattamento di cromatazione

Lo zinco in presenza di umidità ed in ambienti marini si corrode molto velocemente formando prodotti di corrosione bianchi (ruggine bianca). Per ritardare il più possibile la corrosione del rivestimento garantendo un maggiore tempo di protezione del rivestimento, soprattutto quando per motivi di tolleranze o di metodologie d'applicazione lo spessore del deposito risulti limitato, si effettua frequentemente su queste superfici zincate un trattamento di cromatazione. Questa passivazione oltre che ritardare la comparsa della ruggine bianca fornisce al componente un buon aspetto estetico.

Esistono numerosi tipi di passivazione che si differenziano per il colore che danno alla superficie (passivazione incolore, gialla, nera, verde oliva ...) e che offrono minore o maggior grado di protezione (1).

Sistemi duplex

Un altro sistema di protezione delle superfici zincate consiste nell'applicazione di un rivestimento organico. Visti l'importanza e lo sviluppo che quest'ultimo sta avendo, lo tratteremo più diffusamente.

I sistemi duplex sono definiti come la combinazione di un rivestimento metalli-

TOSONI



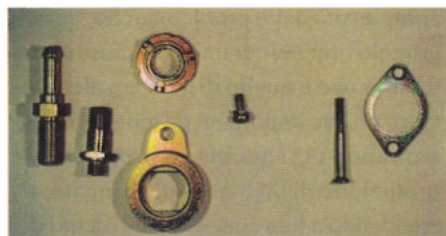
OFFICINE TOSONI LINO S.p.A.

37069 Villafranca, Verona, Italy

Viale 1° Maggio, 8

Telefono 045 6331111

Fax 045 6300308



1. Campioni zincati con passivazione gialla (a sinistra) e verde (a destra).



2. Campioni zincati e zincati-cromatati dopo 48 ore d'esposizione in camera a nebbia salina.

co (zinco o zinco-alluminio) con un rivestimento organico.

Questi sistemi vengono utilizzati essenzialmente per due motivi.

Il primo è quello di aumentare le proprietà protettive della zincatura specialmente in ambienti particolarmente aggressivi, dove la resistenza dello zinco risulta notevolmente ridotta a causa d'umidità e per presenza di sostanze contaminanti. La combinazione di un rivestimento di zinco seguito da uno organico possiede un effetto sinergico (la protezione del sistema duplex risulta maggiore rispetto alla somma della protezione offer-

ta dal rivestimento di zinco e da quello organico considerati separatamente). In funzione dell'aggressività dell'ambiente è stato calcolato che la durabilità di una struttura protetta con un sistema duplex è da 1.5 a 2.3 volte maggiore della protezione offerta dalla somma dei due rivestimenti considerati separatamente.

Un secondo motivo dell'applicazione di un rivestimento organico su di una superficie zincata è quando risulta di fondamentale importanza il colore del manufatto, sia per motivi estetici che per richieste di particolari colorazioni (colori di sicurezza, segnaletici, mimetici ...).

Preparazione della superficie

Molti dei rivestimenti comunemente utilizzati per la protezione dell'acciaio non presentano buona adesione con le superfici zincate e necessitano quindi di un'accurata preparazione della superficie da rivestire.

L'ottenere una buona adesione nel tempo fra rivestimento organico e zincatura è uno degli aspetti più importanti e problematici dei sistemi duplex.

In ambiente neutro la superficie di zinco reagisce con l'ossigeno e con l'umidità dell'aria formando diversi idrossidi di zinco. Tali prodotti reagiscono con l'anidride carbonica e con l'umidità formando una patina insolubile di carbonato di zinco idrato. Per la completa formazione di questo strato sono necessari dai 3 ai 12 mesi d'esposizione all'aperto; durante questo periodo si formano prodotti di corrosione di zinco solubili, comunemente chiamati ruggine bianca, che frequentemente non permettono una buona ade-

Tabella 1. Pretrattamenti meccanici e chimici per preparare una superficie zincata.

Materials	Applications	Advantages	Disadvantages
Rubbing or scouring with abrasive paper	By hand or by rotating disc.	Only for small areas. Removal of chromates and/or phosphates.	Expensive; risk of too much zinc removal; only on accessible surfaces.
Light blasting or sweeping	Blasting gun with fine abrasives and compressed air.	Very homogeneous rough zinc surfaces. Removal of all traces of oxides, flux and ashes.	Expensive; careful sweeping mandatory in order to avoid excessive reduction of zinc coating.
Galvannealing	At 650°C; coating consists of delta layer only.	Excellent adhesion of all coatings.	Only for mass articles of limited size, made from sheet.
Outdoor weathering	6-12 months' exposure to climate.	Simple, cheap. Difficult to assess complete formation of zinc patina.	Requires much time. Cleaning before painting is required. Often unreliable.
Cold etching (phosphating)	Brushing; after 5-10 min. rinsing with clean water to remove loosely adhering salts.	Simple, but only for single objects of small size.	Careful rinsing is mandatory. Time consuming, not for large series or parts; ecological problems.
Hot phosphating	Dipping process often combined with chromating.	Quick; homogeneous coating; relatively cheap.	Only for coils and mass articles. Large equipment; ecological problems.
Chromating	Dipping process especially for preventing white rust. Not as a universal paint base.	Simple, inexpensive procedure; especially for stoving enamels.	Not for air drying paints. For small parts only. Large equipment required; ecological problems.

TOSONI 

OFFICINE TOSONI LINO S.p.A.

37069 Villafranca, Verona, Italy

Viale 1° Maggio, 8

Telefono 045 6331111

Fax 045 6300308

sione dello strato organico e per tale motivo devono essere rimossi. Anche nel caso d'esposizione in atmosfera marina od industriale (cosa che accade sovente) tendono a formarsi prodotti di corrosione dello zinco che non assicurano una buona adesione del rivestimento organico. Inoltre anche una superficie di fresca zincatura spesso presenta numerosi contaminazioni quali polvere, oli, residui di zincatura, come scorie e cenere di zinco. In tutti i casi, quando si vuole ricoprire una superficie zincata con un rivestimento organico, si rende necessaria, quindi, per garantire una sicura adesione tra i due rivestimenti, un'accurata preparazione della superficie.

Un primo metodo di preparazione può essere quello di effettuare una sabbiatura leggera.

Con tale trattamento vengono rimossi tutti i prodotti di corrosione ed i contaminanti di diversa natura. Una sabbiatura adeguata asporta circa una decina di micrometri dello strato di zinco e fornisce alla superficie una rugosità tale da favorire l'ancoraggio con la vernice.

Particolare attenzione deve essere tenuta per non asportare troppo zinco (per questo l'operazione di sabbiatura non è indicata per lamiere zincate in continuo) o per non eseguire una pulitura solo parziale della superficie.

Un miglior sistema di preparazione della superficie è costituito dai seguenti passaggi. Una prima operazione di sgrassaggio utilizzando soluzioni alcaline con pH 11-12 (idrossido di sodio, metasilicato di sodio ...). Tale operazione può essere effettuata tramite immersione o a spruzzo ed alla temperatura di 60-85°C.

Talvolta può essere utile eliminare le particelle di scoria e di cenere di zinco (provenienti dal processo di zincatura a caldo) utilizzando una spazzolatura con spazzole di nylon imbevute di soluzione di 1-2% di ammoniacale. Dopo un accura-

to lavaggio si fa seguire un trattamento di conversione chimica quale la fosfatazione, seguita o meno da un rinsing cromatico, o da un trattamento di cromatazione che garantiscono, se correttamente eseguite, un'ottima adesione del rivestimento organico.

Nella tabella 1 si riporta il confronto fra i pretrattamenti meccanici e chimici eseguibili su di un acciaio zincato.

I rivestimenti organici applicabili su di un acciaio zincato sono di numerose tipologie e vengono scelti a seconda delle caratteristiche richieste dalle specifiche (resistenza agli inquinanti atmosferici, ai batteri, lucentezza, resistenza all'abrasione ...). Possono essere utilizzati sia monolayer che multilayer (con un primer che garantisca l'adesione e con un top coat che fornisca le caratteristiche desiderate). Per una trattazione completa si rimanda a testi specializzati.

Grande sviluppo, anche per motivi di impatto ambientale, hanno avuto le vernici a polveri. Le più utilizzate nei sistemi duplex sono di tipo poliestere, epossidico e poliuretano.

Per ottenere un buon sistema protettivo è consigliato il preriscaldamento del pezzo alla temperatura di circa 110°C prima della verniciatura. Inoltre la cottura in forno deve essere effettuata a temperature inferiori di 200°C per evitare la crescita della fase zeta zinco-ferro che ostacola la buona adesione con il rivestimento organico. Le cause dell'ottenimento di un sistema duplex di scarsa qualità possono essere raggruppate in quattro grandi categorie.

La prima è costituita da difetti superficiali presenti sulla superficie dell'acciaio zincato, quali scorie, cenere di zinco, gocciolature, residui del trattamento di flussaggio, olio, polvere, formazione di prodotti di corrosione. Una seconda causa di fallimento del sistema di protezione è legata alle operazioni di preparazione della superficie mal eseguite (insufficiente ri-

sciacquo dopo lo sgrassaggio o la fosfatazione, troppo tempo intercorso fra la preparazione della superficie e la verniciatura). La terza causa consiste nella non ottimale scelta del sistema organico e infine si può avere una non felice applicazione del rivestimento organico. Le principali cause di fallimento del sistema duplex sono riportate nella tabella 2.

Un aspetto molto importante nella protezione dell'acciaio zincato è il controllo della qualità del sistema di protezione e la valutazione delle sue capacità protettive nei confronti del substrato, visto che l'impiego di questi sistemi avviene spesso in ambienti molto aggressivi.

Oltre alla misura degli spessori e all'analisi visiva dei due rivestimenti, sia di quello metallico che di quello organico, vengono eseguiti numerosi test, i più importanti dei quali vengono elencati qui brevemente.

Una delle prove più utilizzate in campo industriale è l'esposizione in camera a nebbia salina. Si tratta di esposizione a 35°C in una nebbia prodotta a partire da una soluzione al 5% di cloruro di sodio, atta a simulare l'ambiente marino (DIN 50021).

Per i campioni zincati e cromatati si valuta il tempo di comparsa dalla ruggine bianca (2) e il tempo necessario per l'attacco del substrato (ruggine rossa). Per i sistemi duplex l'esposizione viene eseguita previa un'incisione a croce che arriva fino al rivestimento zincato. Si valuta nel tempo la formazione di blistering, perdite d'adesione ... (3 e 4).

Un'altra prova, eseguita molto frequentemente, è la valutazione dell'adesione fra il rivestimento e lo strato di zinco.

Tale prova può essere eseguita con diverse tecniche quali la quadrettatura (UNI-EN-ISO 2409) o il più indicativo pull-off test (ASTM D4541), sia con il campione nuovo sia dopo un tempo d'immersione del campione in soluzione aggressiva (5).

TOSONI



OFFICINE TOSONI LINO S.p.A.

37069 Villafranca, Verona, Italy

Viale 1° Maggio, 8

Telefono 045 6331111

Fax 045 6300308

Tabella 2. Principali cause di scadente qualità di un sistema duplex.

(A). Surfaces defects in hot-dip galvanized steel

1. Dross particles, zinc ashes
2. Droplets and sharp points
3. Traces of flux
4. Weld spatter and welding slag
5. Oil, dirt, dust and other contaminants
6. White rust
7. Residual paint or pen markings
8. Rusted (damaged) areas
9. Water quenching

(B). Pretreatment faults

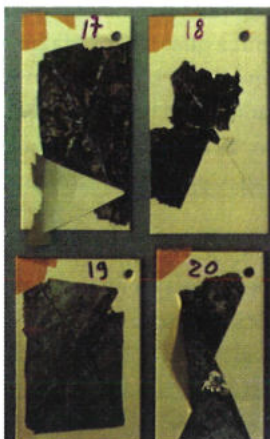
1. Insufficient rinsing after degreasing or phosphating
2. Unduly long exposure times for phosphated parts
3. Uneven sweep-blasting
4. Local peeling of zeta layer during sweet-blasting
5. Gritty surface after sweep-blasting
6. Zinc surfaces being too rough
7. Greasy zinc surface after sweep-blasting
8. Loss of adhesion over chromate coatings

(C). Wrong paint selection

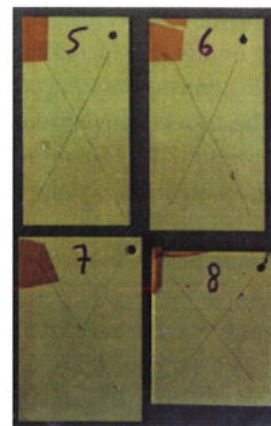
1. Paint from different manufacturers
2. Loss of adhesion of primer coat
3. Flaking resulting from saponification
4. Migration of plasticizers in paint film
5. Wrong mixing of two-component paints
6. Drying temperature of epoxy resin-based paints begin too low
7. Flaking due to coatings being too thick
8. Loss of adhesion of water-borne coatings
9. Blistering during exposure in humid climates
10. Cratering of powder coatings
11. Loss of adhesion because of too thick a coating system
12. Attack of zinc surfaces by chlorine from decomposition products in the paint film
13. Phosphoric acid in acid-hardening paints

(D). Faults during application

1. Faults in spraying equipment and spraying conditions
2. Reconditioning rusted areas on weathered hot-dip galvanized steel structures
3. Overcuring and undercuring of stoving paint films and power coatings



3. Campioni di sistemi duplex dopo 260 ore d'esposizione in camera a nebbia salina (comportamento scadente).



4. Campioni di sistemi duplex dopo 260 ore d'esposizione in camera a nebbia salina (ottimo comportamento).

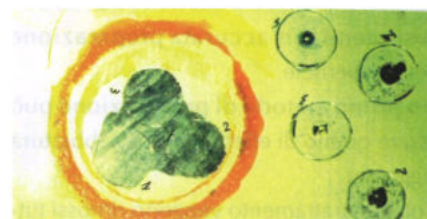
Su coil di lamiera zincata e verniciata si eseguono prove di piegatura mediante mandrino cilindrico (ISO 1519) e di imbottitura (ISO 1520) per valutare il comportamento sia della zincatura che del rivestimento organico alla deformazione meccanica.

Un'ulteriore classe di prove sono i test di tipo elettrochimico. Mediante l'utilizzo delle misure d'impedenza elettrochimica ai sistemi duplex (7) si riescono a valutare le proprietà protettive delle diverse tipologie di rivestimento organico (sia monolayer che multilayer) sia a valutare l'assorbimento d'acqua da parte dello strato organico, primo fenomeno che può portare all'accumulo di elettrolita all'interfaccia rivestimento organico/zincatura e portare alla perdita d'adesione del coating.

Conclusioni

La necessità di utilizzare componenti protetti mediante zincatura in ambienti sempre più aggressivi ha posto il problema dell'aumento delle capacità protettive di questi rivestimenti.

Una delle tecniche che offre le maggiori performance consiste nel sistema duplex. Per ottenere buoni risultati di protezione



5. Prove d'adesione mediante pull-off test prima e dopo 240 ore d'immersione in NaCl 3.5%.

occorre tuttavia porre grande attenzione alla preparazione della superficie zincata, prima di provvedere al processo di verniciatura, e valutare le capacità resistenziali del sistema di protezione mediante appropriati test, che sono sempre il risultato di lunghe e meticolose prove non codificate ma tentate nel segreto dei laboratori universitari ed industriali

Ferrum corrumpitur, scriveva Plinio. Oggi, la scienza della corrosione, disciplina giovane, affiliata all'elettrochimica, assicura le basi per la ancor più giovane scienza interdisciplinare che è l'anticorrosione, per la protezione e l'affidabilità dei materiali, che ha lo scopo di provvedere e consentire una affidabile vita utile ai manufatti, nonchè di razionalizzarne e minimizzarne l'abbandono, la trasformazione in rifiuto.

Un approccio al problema è tentato, nel

TOSONI

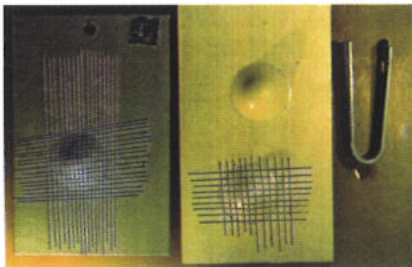
OFFICINE TOSONI LINO S.p.A.

37069 Villafranca, Verona, Italy

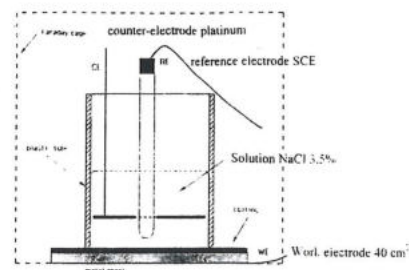
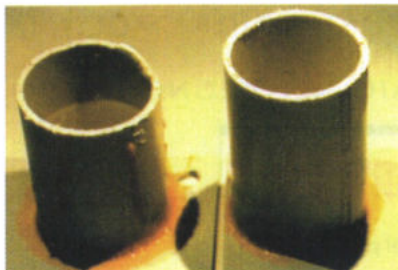
Viale 1° Maggio, 8

Telefono 045 6331111

Fax 045 6300308



6. Prove di piegatura, mediante mandrino cilindrico ed imbutitore, di sistemi duplex.



7. Cella per misure elettrochimiche.

quadro della stretta collaborazione con le altre attività del Dipartimento di Ingegneria dei Materiali e della Facoltà, presso il Laboratorio di Anticorrosione Industriale.

Le ricerche che vi si svolgono, pur nella loro varietà e complessità, sono effettuate con tecniche omogenee e consistenti principalmente in misure elettrochimiche in corrente continua (rilievo delle curve di polarizzazione) e soprattutto in corrente alternata (spettroscopia di impedenza elettrochimica) supportate da analisi superficiali e strutturali eseguite con le metodologie e le tecniche disponibili nel laboratorio e nel Dipartimento (microscopia ottica ed elettronica, EDXS, diffrattometria di raggi X) ed anche in collaborazione con Enti Locali di Ricerca (ESCA-Auger, SIMS).

In particolare, la Spettroscopia di Impedenza Elettrochimica (EIS) rappresenta la metodologia di indagine centrale per le ricerche svolte, sia per la completezza e la modernità della strumentazione, probabilmente la più avanzata in campo nazionale (si dispone di cinque analizzatori di funzioni di trasferimento con specifiche caratteristiche accoppiati ad altrettante interfacce elettrochimiche e serviti da PC dotati del software dedicato più avanzato), sia per la competenza e l'esperienza accumulata nella interpretazione dei dati sperimentali e nella predisposi-

zione di programmi di indagine a lungo termine, sia infine per la minuziosa cura predisposta nella acquisizione di dati privi di segnali spuri o parassiti od artefatti (impiego di gabbie di Faraday, rotazione di elettrodi di riferimento, stretto controllo delle geometrie di cella), sicché è possibile interpretare risposte di sistemi con valori di impedenza elevatissimi, fino ad oltre 10^{12} ohm, caratteristici, ad esempio, di rivestimenti protettivi organici.

Ben consapevoli comunque della minuscola dimensione della struttura di ricerca, i componenti del Laboratorio hanno da sempre la più ampia apertura verso le collaborazioni nazionali ed internazionali, sia nell'ambito accademico che industriale, aiutati in questo dall'impostazione cosmopolita che da anni ha assunto l'Università di Trento.

Bibliografia

Trattamento di cromatazione

1. H. Silman, G. Isserlis, A.F. Averill, *Protective and Decorative Coatings for Metals*, Finishing Publications, Teddington, England, 1978.
2. L.L. Shreir, *Corrosion Control*, vol. II cap. 14.1, 14.4 e 16.3, Newnws Butterworths, London 1979.
3. X.G. Zhang, *Corrosion and Electrochemistry of Zinc*, Plenum Press, New York 1996.
4. K.N. Stratford, P.K. Datta, C.G. Googan, *Coatings and Surface Treatment for Corrosion and Wear Resistance*, Ellis Horwood 1990, p. 84.

5. E. Bertorelle, *Trattato di Galvanotecnica*, Hoepli, Milano 1974.

Sistemi Duplex

6. J.F.H. van Eijnsbergen, *Duplex System*, Elsevier, Amsterdam 1994.
7. F. Porter, *Zinc Handbook*, Marcel Dekker, New York 1991.
8. A. Di Casola, *Zincatura a caldo*, AIZ, Publicom, Napoli 1993.
9. T.A. Masev, *Powder Coatings - Chemistry and Technology*, Wiley, Chichester, England, 1991.

Testing

10. P.L. Bonora, F. Deflorian, L. Fedrizzi, *Electrochemical impedance spectroscopy as a tool for investigating underpaint corrosion*, *Electrochimica Acta*, Vol. 41, pp. 1073-1082, 1995.
11. S. Rossi et al., OWEMES'97, La Maddalena 10-11.4.1997, Proceedings p. 307.
12. F. Deflorian et al., inviato a *Corrosion*.
13. *Impedenza Elettrochimica*, Atti della scuola di Modena 6-9.10.1987, Società Chimica Italiana, Divisione di Elettrochimica.
14. W. Funke, *Surface Coatings 1*, A. Wilson, J. Nicholson, H. Prosser Eds, Elsevier, 1988.
15. B.R. Appelman, *Journal of Coating Technology*, 62 (1980) 57.
16. J.H.W. de Wit, *Corrosion mechanisms in theory and practice*, P. Marcus and J. Oudar Eds, Dekker, 1995.
17. M. Kendig, J. Scully, *Corrosion* 46 (1990) 22.
18. J.R. Macdonald, *Impedance Spectroscopy*, Wiley, 1986.
19. P.L. Bonora, F. Deflorian, L. Fedrizzi, *Elettrochimica Acta* 41 (1996) 1073.
20. E.P.M. van Westing, G.M. Ferrari, J.H.W. de Wit, *Corrosion Sci.* 36 (1994) 957.
21. D.M. Brasher, A.H. Kingsbury, *J. Appl. Chem.* 4 (1954) 62.
22. F. Deflorian, L. Fedrizzi, P.L. Bonora, *Advances in Corrosion Protection by Organic Coatings II*, Electrochemical Society, Pennington, 1994, 15.
23. F. Deflorian et al., *Corrosion* 50 (1994) 446.

TOSONI

OFFICINE TOSONI LINO S.p.A.

37069 Villafranca, Verona, Italy

Viale 1° Maggio, 8

Telefono 045 6331111

Fax 045 6300308

CONFRONTO DEI COSTI FRA COSTRUZIONI MULTIPIANO IN CEMENTO ARMATO E ACCIAIO NEL REGNO UNITO

Ian Fleming Cox

Marketing Manager, Acciai strutturali, British Steel plc

Questa relazione è basata su uno studio dettagliato di un edificio da costruirsi a Londra, effettuato dallo Steel Construction Institute. La costruzione è stata progettata secondo diversi criteri dalla SCI, al fine di confrontare tra loro vari progetti in acciaio; successivamente, per confrontare l'acciaio agli altri materiali, la costruzione è stata progettata in cemento armato in due modi diversi dall'Ove Arup and Partner, uno dei più grandi studi di ingegneria del Regno Unito, e inoltre offerta in appalto a una società di calcestruzzo prefabbricato. Tutti i progetti sono stati verificati da un ingegnere consulente libero professionista, Buro Happold, e i costi sono stati stimati da una società di consulenza, Davis Langdom & Everest. Dal canto suo la società di costruzione MACE Ltd ha allestito dei programmi di costruzione estremamente dettagliati per calcolare il tempo necessario alla realizzazione di ciascun progetto e un consulente ne ha valutato i dati al fine di stabilire i vantaggi economici (ove esistenti) offerti dagli schemi più veloci da eseguire. Ciascuno schema è stato controllato per la sua complessiva altezza e peso, in modo da poter evidenziare ogni differenza di costo nel rivestimento e nelle fondamenta.

Introduzione

Prima di discutere i risultati del confronto dei costi, è necessario soffermarsi sui diversi modi in cui un'intelaiatura di acciaio può essere progettata. Ci sono cinque variabili importanti in relazione al costo:

1. il sistema di pavimentazione utilizzato;
2. il progetto del sistema travi-colonne usate per resistere ai carichi verticali;
3. i modi in cui i carichi orizzontali sono sopportati e le connessioni;
4. il tipo di protezione al fuoco utilizzato;
5. il tipo di protezione alla corrosione utilizzato, se presente.

Queste variabili devono essere definite dall'ingegnere per ogni progetto e poi combinate insieme per ottenere la soluzione economicamente più valida per quel particolare progetto. Questo studio illustra la procedura utilizzata per questa costruzione.

1. Il sistema di pavimentazione utilizzato

La forma più semplice di pavimentazione da associare a un'intelaiatura in acciaio è un'unità modulare di calcestruzzo prefabbricato. Questa può essere estesa o ristretta. Molte tipologie richiedono solo un getto di completamento di calcestruzzo per diventare un pavimento finito, ma alcuni tipi sono fatti di strati sottili e agiscono da struttura per una gettata di calcestruzzo più spessa.

I moduli di calcestruzzo prefabbricati sono progettati secondo i cataloghi dei produttori e poggiano di norma sulla piattabanda superiore della trave in acciaio, nonostante alcuni progetti (**Slimfloor**) permettano all'unità prefabbricata di poggiare sulla piattabanda inferiore.

Da considerare è poi il peso dell'intelaiatura in acciaio del solaio che può variare a seconda dell'orditura del solaio stesso. A

questo fine l'ingegnere deve fare dei semplici calcoli della griglia per verificare quale orditura sia la più adatta in relazione al peso dell'acciaio e all'unità prefabbricata.

Le unità modulari di calcestruzzo prefabbricato sono perfettamente idonee per l'utilizzo con intelaiature in acciaio, ma il loro maggior inconveniente è che i moduli sono pesanti e perciò lenti da posare in opera. Il loro volume fa sì che la gru non possa sollevare nessun elemento in acciaio mentre si stanno montando le unità di calcestruzzo e la costruzione non procede velocemente quanto dovrebbe.

Una modo più celere di realizzare la pavimentazione con intelaiature in acciaio è utilizzare un solaio di metallo. Questi profili in acciaio agiscono sia come armature del solaio che come casseforme per il getto. Essi rendono più celere la costruzione essendo posati sul piano dall'operatore della gru che, sganciati rapidamente i fasci, procede immediatamente al trasporto degli elementi d'acciaio esterni. Le unità vengono slegate e stese dagli operai, i quali pongono le finiture d'angolo e tagliano il metallo dove necessario per il passaggio delle condutture degli impianti. Il calcestruzzo viene poi gettato e lasciato maturare mentre procede la costruzione dei piani superiori.

Interazione tra le pavimentazioni e le travi sottostanti

I sistemi di pavimentazione e le travi di supporto possono lavorare in maniera indipendente o integrata.

Molte pavimentazioni di calcestruzzo



CENTRI SERVIZI ACCIAIO

37060 MOZZECANE (VR) - VIA MEDIANA
TEL. 045/6339400 - FAX 045/7930025
E-mail: nuovasisprevr@gruppomanni.it

26013 CREMA (CR) - VIA GAETA, 23
TEL. 0373/890011 - FAX 0373/82364
E-mail: mannici@gruppomanni.it

prefabbricato sono del primo tipo, ovvero, potenzialmente, non è prevista nessuna connessione tra le pavimentazioni e le travi. Per molti anni questo sistema è stato ritenuto adeguato essendo il peso delle unità tale che il giunto ottenuto per gravità del calcestruzzo gettato in opera, dei muri esterni e delle pareti portanti era giudicato sufficiente.

Un'esplosione di gas in un blocco di appartamenti (Ronan Point, UK) lo smentì.

La costruzione dimostrò di NON essere una torre a struttura d'acciaio, bensì di calcestruzzo prefabbricato: per effetto dell'esplosione i moduli dei pavimenti si sollevarono ricadendo poi sul piano sottostante e causando il collasso progressivo di un intero angolo della costruzione.

Al fine di evitare il ripetersi di situazioni analoghe, si è iniziato a definire delle regole e, nonostante tuttora permanga l'uso di non solidarizzare le pavimentazioni in calcestruzzo prefabbricato con le travi sottostanti, le normative per la progettazione a collasso progressivo introducono oggi ancoraggi tra le unità prefabbricate e regole di progettazione sono state redatte per spiegare all'ingegnere come calcolarli.

L'altro tipo di pavimentazione in calcestruzzo prefabbricato (su soletta collaborante) e quello su soletta di metallo, introducono un maggior grado di solidarizzazione tra i solai e le travi in acciaio.

Essi utilizzano un'azione integrata, dove la trave d'acciaio e la pavimentazione in calcestruzzo sono fatte operare insieme. L'azione combinata prevede di norma l'utilizzo di connettori a taglio, che possono essere profili a U o angolari saldati alla piattabanda superiore della trave prima che il calcestruzzo sia messo in opera, ma che di norma sono saldati in corso d'opera attraverso il solaio e nella trave in acciaio, per evitare la foratura del piano.

I solai collaboranti hanno molti vantaggi, non ultimo la loro efficienza: se l'acciaio e il calcestruzzo saranno collocati insieme

daranno un buon risultato. La trave di acciaio può avere peso e misura ridotti, così come lo spessore del pavimento in calcestruzzo.

2. Il progetto di resistenza ai carichi verticali di travi e colonne

Esistono diversi modi di progettare un'infelataiatura di acciaio in grado di resistere ai carichi verticali.

Il più semplice è la *downstand universal beam*, dove la soletta poggia sulla piattabanda superiore della trave.

Pur perfettamente idoneo a molti tipi di costruzione, il principale svantaggio di questo manufatto è il suo spessore, unito al fatto che le condutture impiantistiche devono attraversare l'anima o passare al di sotto. Questo metodo comporta una maggiore altezza della costruzione, che deve essere presa in considerazione nella valutazione dei costi. Per ovviare al problema, sono state escogitate alcune varianti.

La prima è la *tapered beam* (trave rastremata), nella quale lo spessore della trave stessa varia da un minimo al giunto di connessione con la colonna a un massimo in mezzzeria per la flessione. Le condutture impiantistiche vengono fatte passare sotto le estremità della trave dove lo spessore è minore, minimizzando così l'incremento in altezza della costruzione.

Una seconda variante è la *haunched beam*, (trave incastrata) che utilizza giunti a flessione alle estremità per ridurre lo spessore della trave lungo tutta l'apertura. Anche questo consente di far passare sotto le condutture e di ridurre l'altezza.

Un terzo modo per ridurre lo spessore dell'impalcato è utilizzare la tecnica della *parallel beam* (trave accoppiata), chiamata anche *dual plane grillage*. Qui una trave gemella è fatta correre su ciascun lato della colonna nella direzione primaria mentre delle travi secondarie vengono fatte correre ad angolo retto rispetto alle travi

principali, a sostegno del pavimento.

La filosofia qui è ottenere il minimo spessore delle travi e un risparmio grazie a travi continue in entrambe le direzioni con giunzioni molto semplici.

Un altro modo di affrontare il problema è quello di progettare all'origine l'attraversamento della trave da parte di condutture impiantistiche. Questo può essere raggiunto utilizzando una trave alveolata con fori esagonali o fori circolari. In entrambi i casi la trave viene tagliata in stabilimento. Questi tipi di trave possono soddisfare la necessità di un diverso spessore tra la metà superiore e quella inferiore.

Questa configurazione viene utilizzata in strutture composte, dove la metà superiore non deve essere necessariamente resistente quanto quella inferiore.

La travatura a traliccio è da impiegarsi qualora si desideri far passare i servizi attraverso la trave senza ricorrere alle tecniche standard. In questo caso i fori sono ricavati mediante l'utilizzo di diagonali leggeri e la flessione viene contrastata dai correnti superiore e inferiore.

Una variazione su questo tema è lo *Stub girder*, originariamente sviluppato in America. Qui il corrente inferiore è un elemento leggero in acciaio, il corrente superiore è il pavimento in calcestruzzo e i montanti che collegano sono ricavati da profili standard. I servizi passano attraverso i fori creati dai montanti.

Ciascuna delle tecniche che abbiamo visto fin qui impiega sistemi di pavimentazione che poggiano sulla piattabanda superiore. Come già noto, questo tende a produrre soluzioni strutturali di grande spessore.

Per evitare ciò la soluzione è un solaio che poggia sulla piattabanda inferiore della trave così che la stessa trave di acciaio è inserita all'interno della soletta.

Questi tipi di soluzioni sono conosciuti come soluzioni Slimfloor.

Ci sono molti tipi di travi Slimfloor, ma la

PIASTRE DI GIUNZIONE

TAGLIATE E PUNZONATE in tutte le Qualità d'Acciaio

più comune è quella che utilizza un profilo standard con un largo piatto saldato sulla piattabanda inferiore. Questo sistema permette alla pavimentazione di poggiare sul piatto e alla trave di «sorgere» all'interno del piano. Il solaio può essere in calcestruzzo prefabbricato o in metallo, come precedentemente descritto. Oltre a ridurre lo spessore della struttura, questo tipo di soluzione in acciaio necessita di una minore protezione al fuoco (vedi più avanti).

Un recente sviluppo di questo tipo di trave per pavimentazione è il sistema Slimdek della British Steel, che offre un profilo laminato asimmetrico invece del piatto supplementare da saldare all'estremità inferiore della trave. È il primo profilato in acciaio antincendio al mondo, con un'anima di spessore superiore al normale, che annulla o riduce la necessità di applicare qualsiasi protezione al fuoco sulla piattabanda inferiore. Essa raggiunge, con le normative del Regno Unito, una resistenza al fuoco di 60 primi.

Fino ad ora abbiamo parlato solo di sistemi di travi. Le colonne nelle costruzioni con intelaiatura in acciaio possono essere semplici colonne universali o colonne tubolari in acciaio. Queste ultime offrono il vantaggio di una circonferenza costante al variare del peso e possono essere riempite con gettata di calcestruzzo, o addirittura con acqua, per resistere al fuoco.

3. I metodi in cui vengono sopportati i carichi orizzontali

Nelle precedenti sezioni abbiamo visto vari sistemi di travatura e pavimentazione per sopportare i carichi verticali.

I carichi orizzontali invece possono essere sopportati in tre modi:

- a. tramite controventi in acciaio irrigidito, nelle pareti di taglio o nei nuclei;
- b. tramite telai connessi alle pareti di taglio in calcestruzzo;

c. attraverso connessioni resistenti al vento delle travi alle colonne.

Nei primi due metodi, travi e colonne sono progettate per resistere ai carichi verticali come in precedenza. Gli elementi atti a resistere ai carichi orizzontali sono progettati come mensole verticali, con la forza del vento applicata a ogni piano. Le mensole possono inoltre essere fatte di acciaio controventato o di calcestruzzo.

Poiché il telaio poggia sulle mensole verticali, questi sistemi sono caratterizzati da semplice incernieramento fra travi e colonne, economici poiché richiedono poca lavorazione. Questo tipo di progettazione necessita di zone di posizionamento dei controventi d'acciaio o di nuclei di calcestruzzo che si possono trovare in molte costruzioni. Se questo non dovesse essere il caso, il terzo metodo progettuale può essere impiegato.

Nel terzo metodo, il lavoro di intelaiatura in acciaio è progettato per resistere a entrambe le forze verticali e orizzontali.

Ci sono due modi per farlo. Nel primo, le travi, le colonne e le connessioni sono progettati per resistere sia ai carichi verticali che a quelli orizzontali. Questo tipo di progetto (interamente irrigidito), necessita normalmente di un computer per analizzare l'intelaiatura e produrre un listato delle forze orizzontali e verticali che ogni elemento e connessione dovrà sostenere. Questo produce elementi molto sottili e collegamenti molto rigidi, il tutto con un minimo peso di acciaio. Le connessioni interamente irrigidite sono caratterizzate di norma da una complessa lavorazione, che prevede molte saldature e irrigidimenti attraverso l'anima, e l'ingegnere deve accertarsi che le lavorazioni non vanifichino i risparmi nel peso dell'acciaio. A causa della complessità di progettazione e di montaggio del metodo irrigidito, è stato ideato un secondo tipo di telaio resistente al vento più semplificato (*metodo semi rigido*), in cui le travi e le colonne

sono predisposte per sostenere solo i carichi verticali (come in precedenza) e i giunti sono progettati per sopportare le forze del vento. In pratica non c'è nessuna giustificazione per questa separazione, ma il metodo è permesso dalla normativa ed è usato con successo per progettare molte costruzioni. Una variante del metodo semi-rigido giustificabile nella pratica è il metodo *Wind Moment*, progettato in America quale risultato di misurazioni reali delle forze in travi, colonne e connessioni. Esso è pertanto empirico e non ha nessuna base teorica. Questo metodo è stato utilizzato con successo per progettare molte costruzioni, incluso l'Empire State Building. Le connessioni semi-rigide sono una via di mezzo tra le connessioni semplici e pienamente rigide e comportano di norma una flangia saldata con più file di bulloni che può estendersi al di sopra o al di sotto dell'altezza della trave.

4. Tipo di protezione ignifuga utilizzato

L'acciaio ha bisogno di essere protetto dal fuoco poiché deriva da un procedimento di fusione che gli consente di divenire malleabile abbastanza da essere laminato nelle forme che impieghiamo per le costruzioni. Quando diventa di nuovo caldo, a una temperatura di più di 600°C, esso comincia a perdere la sua sezione e si deforma. Qui la parola importante è *deformazione* – non crollo. Non c'è nessun esempio di travi crollate in un incendio, ma solo deformate. Un importante esperimento è stato realizzato nel Regno Unito a Cardington per provare questa teoria: un magazzino di otto piani costruito interamente in acciaio e completamente attrezzato è stato incendiato. L'idea era di vedere se le travi sarebbero crollate a causa dell'incendio – cosa che non hanno fatto nonostante sia stata raggiunta una temperatura di 1100 gradi Celsius.



37060 MOZZECANE (VR) - VIA MEDIANA
TEL. 045/6339400 - FAX 045/7930025
E-mail: nuovasisipre@gruppomanni.it

CENTRI SERVIZI ACCIAIO

26013 CREMA (CR) - VIA GAETA, 23
TEL. 0373/890011 - FAX 0373/82364
E-mail: mannir@gruppomanni.it

Per evitare una deformazione dell'acciaio in caso di incendio, l'acciaio è di norma protetto dal fuoco. Questo può essere fatto facilmente in alcuni modi:

1. protezione spray
2. protezione a pannelli
3. rivestimento intumescente.

Il primo di questi, lo spray, è il più economico, nonostante non sia molto decorativo e venga usato solo dove l'acciaio non è a vista, per esempio sotto i controsoffitti. Bisogna fare attenzione in caso di travi di acciaio aperte – per esempio le travature a traliccio – dove gli spray non sono molto facili da applicare. Il successivo tipo di protezione è utilizzato prevalentemente per le colonne ed è presente in diversi tipi di finitura. I pannelli possono essere rivestiti di intonaco o possono essere forniti con la finitura già applicata. Pannelli sono anche usati per proteggere le travi e in particolare le sezioni aperte. Nel caso di rivestimento intumescente si usa un sottile film di rivestimento che si gonfia quando viene scaldato, isolando l'acciaio. Risulta decorativo ed è gradito agli architetti che lo utilizzano a vista, senza modificare la forma e la sezione dell'acciaio stesso.

Progettare con prodotti per la protezione ignifuga è facile e richiede semplicemente l'utilizzo del rapporto Hp/A delle travi e delle colonne usate, posto Hp come perimetro scaldato e A come area della sezione retta. Questi calcoli vengono forniti dai cataloghi dei fornitori dell'acciaio. Per ogni Hp/A e periodo di resistenza al fuoco esistono degli abachi per calcolare lo spessore della protezione.

5. Il tipo di protezione alla corrosione utilizzata, se presente

Perché l'acciaio arrugginisca, devono essere presenti due elementi – ossigeno e acqua.

Se è presente solo uno di questi due ele-

menti l'acciaio non arrugginirà.

All'interno delle costruzioni, l'opera in acciaio è di solito protetta dall'acqua e solo l'aria è presente. In questa condizione, l'acciaio non arrugginisce. Se invece l'acciaio è in una cavità oppure è esposto all'esterno dalla costruzione, può arrugginire e deve essere protetto. Qui il messaggio è: proteggere bene l'acciaio dove necessario, non proteggerlo dove è inutile. Per dare un'indicazione ai progettisti, l'industria dell'acciaio nel Regno Unito ha pubblicato delle note informative. Queste si basano sul tipo di costruzione e di esposizione e mostrano dove è necessario proteggere l'acciaio offrendo sistemi di protezione adatti per soddisfare ogni condizione; nel caso la protezione sia superflua viene detto. Le specifiche vengono fornite anonime, senza il nome del fabbricante, poiché gli ingegneri dovrebbero dire solo il tipo di vernice che vogliono e lasciare il costruttore libero di scegliere. Questo perché i costruttori di solito hanno fornitori preferenziali e se un ingegnere specifica il nome di una particolare vernice non utilizzata dal costruttore, in seguito si perderà del tempo per cambiare tamburo, pulire le linee spray etc., tutto per raggiungere lo stesso effetto, ma con un inevitabile incremento di prezzo.

6. Il confronto dei costi

Abbiamo fin qui discusso le diverse variabili nella progettazione delle strutture in acciaio, ora possiamo guardare gli effetti sui costi di alcune *combinazioni* di queste variabili. Le soluzioni indagate includono sistemi a *corta campata* (fino a 7.5 m), dove una colonna è utilizzata dividendo a metà lo spazio di piano, e sistemi a *lunga campata* (fino a 15 m), dove nessuna colonna viene utilizzata tra i muri esterni e il centro. Bisogna evidenziare che questa analisi è per una costruzione spe-

cifica, quantunque blocco di uffici tipico, ma fornisce un'indicazione generale e aiuta l'ingegnere a fare un raffronto col proprio progetto specifico. Il risultato di questa analisi è riportato nella tabella 1.

7. Conclusione

Come si può vedere dall'analisi di tabella 1, i progetti con miglior rapporto prezzo/efficienza per questa costruzione a una prima analisi dei costi sono i seguenti:

1. sistema di travi parallele con solaio a pannelli collaboranti;
2. travi standard con solaio a pannelli collaboranti;
3. travi cellulari con solaio a pannelli collaboranti.

Per quanto riguarda tempi e programmi di costruzione i risultati sono gli stessi. Possono essere tratte le seguenti conclusioni:

- la velocità di esecuzione è importante e può rendere più economica la costruzione per un cliente; la disponibilità è anticipata. Questo effetto può essere visto chiaramente nella differenza tra i dati lordi e netti.
- Gli effetti sul costo delle soluzioni a lunga campata sono minimi e danno al cliente flessibilità totale sull'intera pavimentazione a fronte di un lieve incremento di costo.
- Le intelaiature in acciaio sono più competitive sul costo base e sui costi relativi a velocità/tempo.

Il confronto è stato fatto prima che il sistema Slimdek della British Steel fosse lanciato nel marzo 1997 e sta venendo ricalcolato nel 1998 per gli schemi Slimdek. I primi risultati indicano che Slimdek sarà estremamente competitivo con altre soluzioni quando saranno presi in considerazione gli effetti dell'altezza, i costi di protezione ignifuga e la velocità di esecuzione. ◇

PRELAVORAZIONI SU TRAVI LAMINATE E TRAVI SALDATE

TAGLIO E LUNGHEZZA ESECUTIVA
FORATURA A C.N. - SCANTONATURA A ROBOT - PIOLATURA
ELEMENTI STRUTTURALI PRONTI AL MONTAGGIO
SABBIATURA - VERNICIATURA - ZINCATURA A CALDO

Tabella 1. Valutazione del costo in sterline inglesi di un metro quadrato di pavimento.

	<i>Slimflor with pre-cast slabs</i>	<i>Slimflor with deep deck</i>	<i>Slimflor with deep deck (propped deck)</i>	<i>Slimflor with deep deck (propped deck beam)</i>	<i>Composite beams with composite slabs</i>	<i>Reinforced concrete flat slabs</i>	<i>Reinforced concrete waffle slabs</i>	<i>Parallel beams with composite slabs</i>	<i>Cellular beams with composite slabs</i>	<i>Post- tensioned concrete slabs</i>	<i>Composite beams with web spearlogs</i>	<i>Haunched composite beams</i>	<i>Composite trusses</i>	<i>Tapered fabricated girders</i>	<i>Pre-cast concrete double tee units</i>
	£	£	£	£	£	£	£	£	£	£	£	£	£	£	£
1. Substructure	22	21	21	21	21	24	24	21	20	24	20	20	20	20	22
2. Upper floors and frame	91	88	83	83	67	87	99	71	75	97	61	75	84	76	96
3. Roof	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
4. Stairs	14	15	15	15	15	15	15	14	15	14	15	15	15	15	16
5. External walls	152	155	155	155	155	155	159	150	159	152	159	159	164	159	179
6. Windows and external doors	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47
7. Internal walls, partitions and doors	69	69	69	69	69	69	70	68	70	69	70	70	71	70	74
8. Wall finishes	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
9. Floor finishes	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58
10. Ceiling finishes	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36
11. Fittings	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
12. Sanitary fittings and disposal	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28
13. Mechanical services	163	163	163	163	166	163	164	164	156	163	163	163	163	168	164
14. Electrical services	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64
15. Lift installation	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31
16. Builders work in connection	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51
	852	852	847	847	834	854	872	829	836	860	849	843	858	849	892
17. Preliminaries (9%)	67	66	66	67	66	77	77	66	65	75	65	65	65	65	77
	919	918	913	914	900	931	949	895	901	935	914	908	923	914	969
18. Contingency (7.5%)	69	69	68	69	68	70	71	67	68	70	69	68	69	69	73
19. Total building cost per sq m of GFA	988	987	981	983	968	1.001	1.020	962	969	1.005	983	976	992	983	1.042
A. Construction period in weeks	68	67	67	68	67	80	80	67	66	78	66	66	66	66	80
B. Extra/(saving) in finance costs @ 10% p.a.	(11)	(12)	(12)	(11)	(12)	—	—	(12)	(13)	(2)	(13)	(13)	(13)	(13)	—
C. Net building cost per sq m of G.F.A.	977	975	969	972	956	1.001	1.020	950	956	1.003	970	963	979	970	1.042



37060 MOZZECANE (VR) - VIA MEDIANA
TEL. 045/6339400 - FAX 045/7930025
E-mail: nuovasiprevr@gruppomanni.it

CENTRI SERVIZI ACCIAIO

26013 CREMA (CR) - VIA GAETA, 23
TEL. 0373/890011 - FAX 0373/82364
E-mail: mannir@gruppomanni.it

IL SISTEMA SLIMDECK

CARATTERISTICHE PARTICOLARI, VANTAGGI E APPLICAZIONI

Peter J. Wright

Direttore Sviluppo di Sistemi Strutturali Slimdek
British Steel SP&CS, Regno Unito

1. Premessa

La Gran Bretagna, l'Irlanda e la Svezia sono tra i paesi europei dove l'uso dell'acciaio nelle costruzioni multipiano ha raggiunto la quota di mercato più elevata, grazie alla ricerca e allo sviluppo di efficienti metodi di progettazione nella costruzione degli impalcanti. Sistemi strutturali, formati da unità prefabbricate e da solai in struttura composta o appoggiati su travi in acciaio disposte sia sotto sia dentro la piastra di impalcato, sono stati studiati e descritti in letteratura. Questi finora si sono basati su profilati standard.

Nel maggio 1997, la British Steel ha presentato Slimdek, un pacchetto innovativo di impalcato per edifici multipiano che da solo può soddisfare qualsiasi richiesta architettonica, strutturale e di manutenzione.

Slimdek si basa sui profilati Slimflor in uso nel mercato edilizio del Regno Unito, dei quali estende e ottimizza l'efficienza sia «a freddo» che in condizioni di esposizione al fuoco, facilitando nel contempo la manutenzione attiva e passiva delle strutture.

Nel 1991, il forte investimento della British Steel nella fabbrica di travi Lackenby a Teesside, ha condotto alla laminazione della trave universale più innovativa degli ultimi quarant'anni: la Asymmetric Slimflor Beam (ASB). Ad essa è associato un nuovo solaio composito in acciaio SD225.

Questi prodotti, assieme alla nuova Rectangular Hollow Slimflor Beam (RHSFB) ed alla Slimflor Fabricated Beam (SFB) formano i

componenti base del sistema Slimdek.

Il sistema Slimdek è curato dal Team di Sviluppo dei Sistemi Strutturali della British Steel SP&CS e il progetto nasce da una *joint venture* tra vari settori della British Steel, l'Istituto delle Costruzioni in Acciaio, il Dipartimento del Commercio e dell'Industria del Regno Unito – attraverso il Programma dei Materiali Tecnici Migliorati LINK –, Università e varie altre industrie del settore.

2. La Trave Asimmetrica Slimflor (ASB)

La ASB è progettata per dare la massima standardizzazione ed efficienza strutturale, a temperature sia normali che elevate. Il profilato è laminato con una goffatura sulla piattabanda superiore che aumenta l'aderenza a taglio fra trave e calcestruzzo gettato in opera, eliminando così la necessità di connettori a taglio saldati. La sperimentazione ha dimostrato che l'aderenza a taglio ammissibile può raggiungere gli 0.6 N/mm².

L'ASB raggiunge una resistenza al fuoco di 60 primi – analogamente alla Slimflor Fabricated Beam (SFB) – grazie alla sua resistenza al fuoco intrinseca: la sezione ha un'anima di spessore maggiore di quello dell'ala per garantire la resistenza al fuoco. Lo spessore dell'anima migliora inoltre le caratteristiche torsionali.

Le prestazioni della ASB sono state testate anche «a freddo», in condizioni di esposizione al fuoco, in fase di produzione in sta-

bilimento, in fase di costruzione in cantiere. Attualmente sono disponibili tre profilati ASB: due hanno uno spessore nominale di 280 mm, il terzo di 300 mm. Queste dimensioni sono state scelte per ottenere specifici rapporti di carico e luce. Per un edificio di luce media il rapporto carico/luce è quello indicato nella tabella 1.

L'ASB è progettata per essere associata al solaio integrato SD225, di cui migliora le capacità permettendo vuoti per le condutture impiantistiche nei 600 mm di interasse dell'anima, allineati al profilo del piano (in tali condizioni necessita di trattamento antincendio).

2.2. Il solaio SD225

Questo innovativo solaio integrato [del tipo a lamiera grecata. NdT] ha uno spessore di 225 mm e consente una luce di 6,5 metri che può raggiungere i 9 metri se puntellato. La prestazione è migliorata anche dai rilievi trasversali nel profilo delle nervature principali e dalle barre di rinforzo poste nelle nervature del piano che aumentano la resistenza al fuoco del solaio. SD225 è stato concepito in modo da facilitare l'inserimento completo delle condutture impiantistiche dentro il profilo, attraverso fori nella sezione ASB, o sospese a un alloggiamento a coda di rondine posto nella traccia della nervatura.

Goffature sui fianchi della lamiera consentono facilità di movimentazione e aderenza corretta del calcestruzzo all'intorno del profilato d'acciaio.

Tabella 1

Sezione della trave	Luce trave m	Luce solaio m	Sovraccarico kN/m ²
280ASB100	6	6	5+1
280ASB136	7.5	6	3.5+1
	6	7.5 *	5+1
300ASB153	7.5	7.5 *	3.5+1
	7.5	6	5+1

* Con schema statico a trave continua.

PRELAVORAZIONI SU ANGOLARI

TAGLIO E LUNGHEZZA ESECUTIVA
PUNZONATURA E FORATURA A CONTROLLO NUMERICO
SABBIATURA - VERNICIATURA - ZINCATURA A CALDO

SD225 è fornito dalla Precision Metal Forming Ltd, un'associata della British Steel.

2.3. Il profilato RHSFB

RHSFB è stato sviluppato a complemento del sistema Slimdek, per garantire una finitura completamente liscia della soletta.

Esso consiste in un profilato cavo rettangolare con una piastra saldata sul lato inferiore che può essere sfruttata o meno per le sollecitazioni derivanti dal comportamento tipico a struttura composta. Il profilato cavo ha capacità torsionali superiori ai profilati aperti normali ed è ideale come trave di fiancata nel punto dove la faccia esterna dell'RHS è spesso esposta; consentendo di fissare gli attacchi di rivestimento direttamente sul profilato d'acciaio si presta anche a scopi architettonici. Prove di esposizione al fuoco hanno anche qui dimostrato una resistenza di 60 primi.

3. I vantaggi

Slimdek è progettato per ottenere uno spessore minimo del piano, garantendo tutti i benefici dei solai sottili e al tempo stesso:

- **Resistenza alle sollecitazioni taglienti senza necessità di connettori a taglio**
Il profilato ASB è laminato con una piattabanda superiore gofrata tale da migliorare l'aderenza con il calcestruzzo gettato in opera così da eliminare l'uso di connettori a taglio. Questo importante vantaggio, ampiamente sperimentato, permette di ridurre lo spessore della costruzione.
- **Resistenza al fuoco intrinseca**
L'ASB dà un'ottima prestazione sia negli stati limite che in caso di esposizione al fuoco. Il profilato ha un'anima di spessore superiore a quello della piattabanda il che consente non solo l'ottima prestazione in caso di incendio, ma anche resistenza a torsione.
- **Riduzione dei costi di lavorazione**
Con un profilato più leggero ed economico si elimina la necessità di lavorazione di Slimflor. Valutazioni economiche del

sistema Slimdek hanno dimostrato, rispetto al concetto tradizionale di Slimflor, un potenziale risparmio di peso che va dal 15% al 25%. Esso permette inoltre la riduzione dei costi per il collegamento delle piastre di connessione e l'eliminazione dei collegamenti delle travi secondarie.

- **Profilato di pronto impiego e caratteristiche ben definite**

Essendo ASB un profilato laminato, le sue caratteristiche sono facili da calcolare e catalogare. Tutti i profilati sono Classe 1 secondo EC3, e ciò consente di calcolare il momento di resistenza secondo i principi dell'analisi plastica.

- **Riduzione dei costi di costruzione**

Le caratteristiche del piano SD225 consentono di progettare grigliati di piano a piccola e media luce senza il bisogno di travi secondarie. Questo fa sì che l'ASB sia molto al di sotto dei costi di costruzione con travi primarie e secondarie dei solai composti tradizionali. Il risparmio sui connettori a taglio, protezione antincendio e assemblaggio fanno di Slimdek un sistema altamente competitivo.

- **Alloggiamento degli impianti**

Il sistema Slimdek è stato progettato per consentire la massima facilità di inserimento delle condutture impiantistiche sia sotto il piano sia integrate nel sistema di pavimentazione.

4. Particolari dello Slimdek

4.1. L'ASB

Attualmente sono disponibili tre profilati ASB. Ciascuno è definito dal suo peso nominale, 280 ASB 100, 280 ASB 136 e 300 ASB 153, e tutti sono laminati in acciaio di qualità S 355. Tutti e tre i profilati hanno in comune una piattabanda superiore di larghezza nominale di 190 mm e una piattabanda inferiore di larghezza nominale di 300 mm su cui appoggia il piano SD225. Il supporto delle estremità richiesto di 75 mm per i solai metallici è in tal modo soddisfatto. L'inter-

vallo di luce ottimale per il profilato 280 ASB è tra 6 e 7,5 metri. Il profilato 300 ASB 153 ha una maggiore qualità in termini di capacità portante ed è progettato in modo che il getto ricopra di 30 mm la parte alta del profilato, ottenendo in tal modo l'azione tipica delle strutture composte, o in alternativa, a filo con la parte alta del profilato (struttura non composta). Nel secondo caso sono necessari, oltre al profilato, barre trasversali di rinforzo.

Lo spessore della soletta dipende dallo strato di calcestruzzo della cappa che consente il posizionamento della rete di ripartizione. 30 mm sono il minimo necessario (con calcestruzzo alleggerito) per uno spessore totale variabile dai 290 ai 315 mm, a seconda della dimensione del profilato. Questi spessori soddisfano il requisito di resistenza al fuoco di 60' sia per calcestruzzo normale che alleggerito.

Nei progetti con travi d'acciaio ricoperte di più di 60 mm di calcestruzzo, l'eccedenza è ininfluente per il calcolo della resistenza e della rigidezza.

4.2. Il solaio SD225

SD225 è il nuovo solaio per il sistema Slimdek, progettato per ottenere luci libere superiori a qualsiasi altro solaio esistente e per facilitare sia le fasi costruttive che l'alloggiamento degli impianti. Test tuttora in corso indicano per l'SD225 capacità di superare luci molto superiori alle aspettative.

L'ampia rientranza sulla sommità del profilato è un fattore molto positivo che consente un agevole posizionamento manuale delle condutture impiantistiche sviluppate per il sistema. Ulteriori rientranze sulla nervatura forniscono punti di fissaggio addizionali della controsoffittatura. Nei solai composti i rilievi impressi nell'acciaio lungo tutta la lunghezza del profilato impediscono lo scorrimento del calcestruzzo.

Lo spessore minimo dell'SD225 completo è 290 mm e consente un manto di copertura del 280ASB di 30 mm. Le barre di armatura nella nervatura migliorano la resistenza al fuoco, mentre la rete sulla soletta agisce da



CENTRI SERVIZI ACCIAIO

37060 MOZZECANE (VR) - VIA MEDIANA
TEL. 045/6339400 - FAX 045/7930025
E-mail: nuovasiprevr@gruppomanni.it

26013 CREMA (CR) - VIA GAETA, 23
TEL. 0373/890011 - FAX 0373/82364
E-mail: mannir@gruppomanni.it

rinforzo alla fessurazione e contribuisce al trasferimento delle azioni taglianti all'ASB.

5. Connessione a taglio

Il rivestimento dell'ASB col manto di calcestruzzo produce, per il solaio SD225, un blocco efficacemente posizionato tra le piattabande del profilato. La rete di rinforzo sulla piattabanda superiore distribuisce le forze longitudinali sul piano impedendo la fessurazione.

Il grado di interazione dipende dalla forma del profilato, dallo spessore e dall'ampiezza del piano e dall'attivazione dell'aderenza tra acciaio e calcestruzzo.

L'ASB fa uso di una goffatura sulla piattabanda superiore che migliora l'aderenza e permette di considerarla in fase di calcolo.

Un programma di test, messo a punto dallo Steel Construction Institute, è stato condotto per stabilire il limite di aderenza a taglio e sviluppare una metodologia di progetto per l'ASB.

Prove dinamiche di carico fino all'85% sulla resistenza a flessione del profilato d'acciaio, per 1000 cicli e carichi statici, hanno stabilito la deformazione allo scarico dopo che la plasticizzazione ha avuto inizio. La deformazione permanente misurata è stata inferiore a 1 mm, mostrando uno scorrimento trascurabile tra acciaio e calcestruzzo.

Il limite di rottura per le prove di carico statico è stato fissato a $l_{yk}/50$, dato che si è rivelato molto vicino alla resistenza plastica della sezione composta. L'analisi dei risultati ha mostrato che la connessione a taglio tra acciaio e calcestruzzo era tra il 90 e il 100%, e il corrispondente aumento in resistenza a flessione del profilato tra il 42 e il 46%.

Queste prove consentono di fornire una metodologia progettuale di assemblaggio acciaio-calcestruzzo per i profilati ASB per i tre tipi di solaio, stabilendo la quantità minima e massima di calcestruzzo da applicare sulle sezioni in acciaio tale da garantirne l'unione. Calcoli specifici sono richiesti al variare della temperatura di esposizione della struttura.

6. Resistenza al fuoco

Il profilato ASB permette un'efficienza ottimale allo stato limite di esposizione al fuoco. L'anima d'acciaio si rivela più efficace della piattabanda inferiore esposta che, in caso di incendio, ha difficoltà a raggiungere una prestazione di esercizio di 60 minuti.

Una resistenza al fuoco di 60 minuti impone uno spessore minimo di calcestruzzo sulla superficie del solaio che, per l'SD225, è di 60 mm per calcestruzzo alleggerito e 70 per calcestruzzo normale.

La resistenza al fuoco della soletta composta con SD225 è ottenuta con barre di rinforzo nella nervatura del solaio posate mediante distanziatori circolari che assicurino un copriferro adeguato.

Prove antincendio sull'ASB sono state fatte al Warrington Fire Research Station, UK. I risultati hanno mostrato che la resistenza allo scorrimento tra l'ASB e il calcestruzzo non decresce all'aumentare della temperatura e che l'insieme può essere usato nella progettazione allo stato limite.

Questo mostra che l'ASB fornisce l'efficienza massima sia nella progettazione a freddo che in quella a caldo.

7. L'integrazione con l'impiantistica

Per gli edifici che richiedano l'alloggiamento di sistemi naturali e meccanici di ventilazione è opportuna una valutazione progettuale preventiva per scegliere il tipo di struttura più idoneo.

Il sistema Slimdek fornisce ampio spazio sotto la soletta per le condutture impiantistiche senza ulteriori ingombri. SD225 infatti consente passaggi verticali con blocchi di polistirolo collocati in opera o per mezzo di casseforme prima del betonaggio. Successivamente alla maturazione, la soletta può essere tagliata per consentire l'accesso verticale dei tubi degli impianti.

SD225 è conformato in modo da permettere l'alloggiamento delle condutture impiantisti-

che sotto pavimento. È possibile inserire gli impianti dentro lo spessore del solaio: l'ampio incavo a coda di rondine sull'intradosso, previsto per il passaggio attraverso l'ASB dei condotti, permette di ottenere un solaio più sottile.

Aperture circolari od ovali possono essere eseguite nell'anima dell'ASB. Le aperture sono poste 20 mm sopra la piattabanda inferiore del profilato d'acciaio per consentire lo spazio per installare i ganci di sostegno delle utenze orizzontali sopra il condotto. Le aperture possono raggiungere una profondità di 160 mm e quelle ovali possono essere larghe 320 mm.

Quando sono necessari varchi nell'anima per il passaggio degli impianti, le sezioni ASB dovranno sempre essere trattate con un prodotto antincendio sulla parte terminale della piattabanda inferiore.

8. Capacità termica

La prestazione termica e la durabilità intrinseca richiedono l'uso di materiali da costruzione e di componenti che, rispondendo alle condizioni esterne ambientali, forniscano un controllo costante dell'ambiente interno. Vi è una domanda crescente verso l'industria delle costruzioni di affrontare il problema ambientale del risparmio energetico sia durante la costruzione che nel corso di tutta la vita di servizio dell'immobile.

Slimdek fornisce semplici soluzioni per la ventilazione naturale, raffrescamento notturno e circolazione d'aria all'interno delle nervature del profilato riducendo la dipendenza dai servizi meccanici che richiedono spreco di energia. Le strutture in acciaio permettono la desiderata flessibilità d'uso e l'adattabilità futura che sono elementi essenziali per uno sviluppo sostenibile.

Slimdek, Slimflor, SD225 e ComFlor sono marchi di fabbrica registrati della British Steel plc. Un brevetto è stato richiesto per il sistema Slimdek.

PRELAVORAZIONI SU PIASTRE

TAGLIO A CESCOIA E A CALDO
PUNZONATURA E FORATURA A CONTROLLO NUMERICO
SABBIATURA - VERNICIATURA - ZINCATURA A CALDO

L'IMPIEGO DELLA CARPENTERIA METALLICA NEGLI INTERVENTI DI RESTAURO STRUTTURALE

Federico M. Mazzolani

Facoltà di Ingegneria, Università di Napoli

L'industria delle costruzioni considera oggi con particolare interesse e attenzione il settore del recupero del patrimonio edilizio del passato. È probabile infatti che il futuro dell'attività edilizia sarà in larga parte dedicato al consolidamento, alla riqualificazione e al riuso di vecchi edifici, spesso in precarie condizioni per danni derivanti da scarsa manutenzione, dagli agenti atmosferici o da dissesti prodotti da terremoti. In genere si ha a che fare con edifici comuni, ma in numerosi casi si deve intervenire su edifici significativamente importanti dal punto di vista storico e artistico. L'acciaio, grazie alle sue diverse possibilità di applicazione si configura come strumento dotato di eccezionale flessibilità operativa sia sotto l'aspetto strutturale che architettonico.

I livelli di intervento

Sotto l'aspetto strutturale si può osservare che grazie all'acciaio è possibile intervenire in modo determinante a tutti i livelli di consolidamento delle strutture esistenti.

Una classificazione ormai riconosciuta dei livelli di intervento suddivide questi secondo l'ordine di importanza in:

- salvaguardia;
- riparazione;
- rafforzamento;
- ristrutturazione.

La *salvaguardia* rappresenta il primo livello d'intervento, anche dal punto di vista cronologico; si tratta di un intervento a carattere provvisorio, in genere di prima necessità, preliminare a qualsiasi altro intervento a carattere definitivo e mirante a conseguire un'adeguata sicurezza statica in fase transitoria.

Vengono descritti qui di seguito a titolo d'esempio tre casi significativi.

Nel primo (1) si illustra una struttura in acciaio, in profilati laminati a caldo, concepita per puntellare provvisoriamente le colonne in pietra della sala d'ingresso di Palazzo Carigliano a Torino. I lavori di restauro prevedeva-

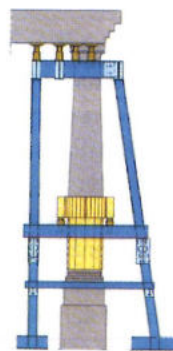
no la totale sostituzione dei vecchi impalcati mediante l'utilizzo di impalcati costituiti da putrelle in acciaio di tipo IPE o HE e da lamiere grecate, il tutto integrato da conglomerato gettato in opera.

La figura 2 si riferisce all'intervento sull'edificio di Waring e Gillow a Londra, ove l'impiego dell'acciaio ha permesso di conservare l'antica facciata. La struttura provvisoria è costituita da colonne di tipo UC 300x300 e da profili ad U con funzione di controvento. In questo modo fu creata una struttura autoportante che permise di conservare intatta la facciata e una fascia di 5 metri di larghezza dietro ad essa, nel periodo in cui la rimanente parte dell'edificio veniva demolita. Dopo la ricostruzione della parte interna secondo un nuovo piano di distribuzione più funzionale, la struttura metallica è stata gradualmente smontata.

Il terzo esempio (3) fa riferimento ad una struttura provvisoria di controvento di un muro ottenuta attraverso l'utilizzo di anelli orizzontali in acciaio, realizzata durante i lavori di trasformazione dell'antico teatro Moller a Darmstadt (nella RFT) in archivio di Stato.

La *riparazione* e il *rafforzamento* costituiscono le tappe successive del processo logico e

1. Palazzo Carigliano a Torino. Struttura provvisoria di puntellazione delle colonne in pietra della sala d'ingresso.



2. Il vecchio magazzino Waring e Gillow a Londra, oggi sede di moderni uffici su una superficie complessiva di 14800 mq.



3. L'antico teatro Moller a Darmstadt. Struttura di controvento provvisoria realizzata mediante l'utilizzo di anelli orizzontali.

cronologico che ha come finalità il recupero dell'efficienza statica della costruzione e la sua conservazione nel tempo.

La *riparazione* prevede l'esecuzione di un complesso di operazioni finalizzate a restituire all'edificio le caratteristiche strutturali che possedeva in origine.

Il *rafforzamento* invece è mirato ad incrementare le prestazioni strutturali allo scopo di rendere la costruzione adatta ad affrontare nuove esigenze funzionali (come ad esempio condizioni di carico più impegnative derivanti da una diversa destinazione d'uso) o ambientali (come l'inclusione di una località in una zona dichiarata sismica di recente individuazione sul territorio nazionale).

L'intervento di rafforzamento può essere a sua volta suddiviso in un intervento di semplice miglioramento e un intervento di adeguamento vero e proprio. L'intervento di miglioramento prevede un insieme di operazioni nei confronti dell'intera struttura dell'edificio allo scopo di conseguire un grado di sicurezza più elevato, senza per altro modificare in modo sostanziale lo schema statico e quindi il suo comportamento globale. L'intervento di adeguamento corrisponde invece all'insieme di



SEDE E STABILIMENTO: PATRICA (FR)
TEL. 0775/88541 - FAX 0775/293177
E-mail: isopan@gruppomanni.it

ISOLARE E PROTEGGERE

UFFICIO DI VERONA
TEL. 045/6339400 - FAX 045/7930025
E-mail: nuova siprevr@gruppomanni.it

UFFICIO DI CREMA
TEL. 0373/890011 - FAX 0373/82364
E-mail: nuovasiprecr@gruppomanni.it

operazioni necessarie a rendere la struttura capace di rispondere a sollecitazioni di nuovo tipo. Tale intervento è necessario:

- nei casi di sopraelevazione o ampliamento;
- quando il cambiamento di destinazione d'uso comporta un aumento di sovraccarichi;
- quando le trasformazioni modificano l'originario sistema strutturale;
- e in genere in tutti i casi in cui viene alterato il comportamento globale della struttura.

All'interno dell'insieme delle fasi di riparazione e rafforzamento esistono diversi sistemi tecnologici di consolidamento basati sull'impiego delle strutture metalliche, che possono essere utilizzate sia per il recupero di costruzioni in muratura che in cemento armato.

Il livello di consolidamento a carattere più generale è rappresentato dalla *ristrutturazione*, intesa come modifica parziale o totale dello schema distributivo-funzionale e della volumetria, ivi compresa la radicale alterazione del sistema strutturale originario. Tale intervento si effettua quando è previsto un nuovo utilizzo che esige una diversa distribuzione e quindi nuovi volumi e nuovi spazi di fruizione. Rientrano nell'ottica della ristrutturazione gli interventi di svuotamento delle strutture originarie con costruzione di nuove strutture, gli ampliamenti mediante sopraelevazioni o estensioni laterali, gli alleggerimenti, gli inserimenti di nuove strutture all'interno di quelle esistenti.

I tipi di ristrutturazione

Lo *svuotamento* consiste nella sostituzione totale o parziale delle strutture portanti interne di un edificio. Si ricorre a questo tipo di intervento quando le esigenze architettoniche e/o urbanistiche richiedono la conservazione integrale della facciata dell'edificio, permettendone la modifica distributiva interna. Numerosi sono gli esempi di utilizzo di struttura metallica in edifici che presentavano facciate di notevole valenza architettonica.

Sotto il termine *inserimento* sono raggruppati tutti gli interventi che prevedono l'integrazio-

ne della struttura esistente mediante l'inserimento di nuovi elementi strutturali all'interno del sistema volumetrico. Gli spazi interni possono così acquisire una nuova fisionomia derivante sia da uno schema distributivo più razionale che dalla presenza dei nuovi elementi strutturali.

L'esempio più frequente è la creazione di nuovi impalcati allo scopo di incrementare la superficie utile all'interno dello stesso volume. Possono far parte di questa categoria le strutture autoportanti di ammezzato inserite spesso nei musei, come pure i blocchi scala e ascensore.

In tutti questi casi, in cui è primaria la necessità di non interferire con le strutture esistenti l'acciaio, grazie alle sue caratteristiche (alta resistenza, leggerezza, reversibilità dell'intervento) si configura come lo strumento di intervento più appropriato.

Nelle *sopraelevazioni* è sempre necessario verificare la capacità portante delle strutture preesistenti per individuare la necessità di un loro consolidamento.

Anche in questi casi la necessità di contenere il peso della nuova struttura porta ad individuare nell'acciaio il materiale più idoneo grazie alla sua elevata performance meccanica (rapporto resistenza/peso specifico). Al contrario della sopraelevazione, l'*alleggerimento* può prevedere la demolizione di uno o più piani. Tale intervento si configura necessario quando è opportuno diminuire lo stato tensionale della struttura esistente. In questa ottica possono considerarsi interventi di alleggerimento le sostituzioni di pesanti impalcati e di coperture in legno con strutture leggere in acciaio.

Il restauro strutturale

Quando la struttura da consolidare presenta anche caratteristiche storico-monumentali, si entra nel settore più delicato del restauro in cui valori differenti giocano a favore dell'acciaio e della sua tecnologia. I criteri a cui si ispirano gli interventi di restauro tendono essenzialmente alla conservazione delle costruzioni esistenti e alla



4. Sostituzione di pesanti impalcati in legno con profili in acciaio e solette autoportanti, nei lavori di ristrutturazione del vecchio quartiere «Capodimonte» ad Ancona.

loro integrazione con nuovi elementi necessari a garantire un recupero della funzionalità.

Questi nuovi elementi devono presentare caratteri decisamente moderni, devono poter essere chiaramente leggibili e devono presentare caratteristiche di reversibilità attraverso l'uso di tecnologie e materiali che possano essere smontati senza pregiudicare la statica delle parti esistenti. Tutte le Carte Internazionali sul Restauro denunciano l'inadeguatezza dei restauri in uso nel passato, basati su sistemi che non possono più essere riproposti per molteplici ragioni, prima tra tutte quella di natura tecnologica. Altre ragioni sono legate alla sensibilità degli uomini o alle tradizioni del costruire, a nuove esigenze o a insufficiente disponibilità di materiale.

Nello stesso tempo e soprattutto nei casi in cui il restauro prevede interventi di ristrutturazione attraverso ricostruzioni parziali, tali «Carte» sottolineano la necessità di operare attraverso tecnologie e materiali le cui caratteristiche siano ben conosciute e tutto questo anche con una forma chiaramente attuale.

L'applicazione logica di questi principi porta inevitabilmente alla scelta dell'acciaio come materiale per il restauro; esso presenta tutte le qualità di un materiale moderno con caratteristiche di reversibilità, particolarmente indicato per accoppiarsi ai materiali del passato e per realizzare assieme ad essi sistemi strutturali integrati.

Concludendo, l'impiego delle strutture in acciaio nel recupero del patrimonio architettonico

PANNELLI PER PARETE

NUOVO ISOPARETE PIANO 1000
CON INCASTRO BREVETTATO

NUOVO ISOPARETE 1000
A PROFILO MODULARE CON INCASTRO BREVETTATO

co si colloca perfettamente nella logica del rispetto delle Carte Internazionali del Restauro. Ecco perché l'utilizzo dell'acciaio si è largamente diffuso nel restauro di antichi edifici, con caratteristiche storiche e monumentali (5 e 6).

I sistemi tecnologici di consolidamento

Strutture verticali

Opere in muratura. Il consolidamento delle murature può essere rivolto a incrementare sia la capacità portante nei riguardi dei carichi verticali sia la capacità di sopportare azioni orizzontali dovute a cedimenti di fondazioni, dissimmetrie geometriche o di carico oppure – caso molto più impegnativo – le azioni sismiche di tipo ondulatorio. La capacità portante nei riguardi dei carichi verticali può essere migliorata nei seguenti modi:

- cerchiatura di colonne e di maschi murari lesionati mediante profili metallici verticali ed elementi di assemblaggio trasversali (7);
- inserimento di nuove colonne d'acciaio in appositi alloggiamenti o semplicemente affiancate all'elemento da consolidare (8);
- ripristino della resistenza del muro in corrispondenza dei vani d'apertura mediante travi d'acciaio al di sopra del vano o telai chiusi inseriti nell'apertura e solidarizzati alla muratura mediante chiodature (9).

La capacità a sopportare azioni orizzontali può essere conferita ai muri nei seguenti modi:

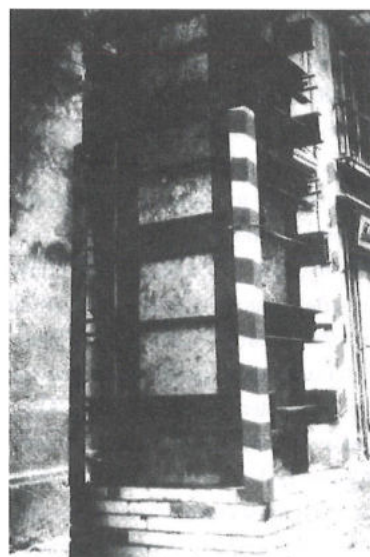
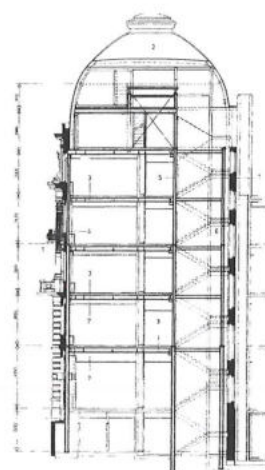
- incatenamento dei muri di facciata mediante profili in acciaio disposti in modo da costruire a ciascun piano cerchiature orizzontali integrate da tiranti (10);
- incatenamento degli spigoli mediante profili verticali collegati all'edificio da travi o tiranti di piano (11);
- inserimento di controventi in acciaio come collegamento trasversale tra i muri principali;
- controventamento dei muri principali mediante sistemi a croce di S. Andrea inseriti tra colonne in acciaio (12).

Opere in cemento armato. Un impiego molto efficace dei profilati in acciaio nel rafforza-

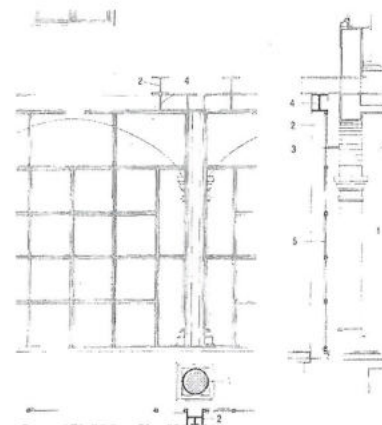


5. L'antica facciata del Roemerhof dietro la quale sono stati realizzati i moderni uffici di una banca.

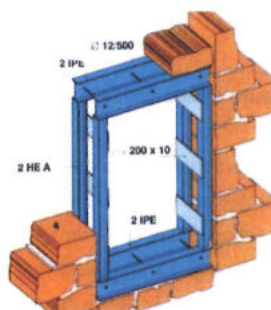
6. 1 facciata esistente; 2 cupola; 3 travi in acciaio; 4 colonna esterna inserita nella muratura esistente; 5 colonna interna; 6 colonna nella facciata retrostante; 7 controsoffitto.



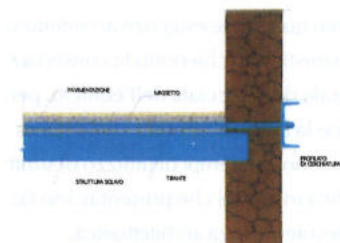
7. Rinforzo di una colonna in muratura in un edificio a Napoli.



8. Struttura in acciaio per il sostegno di un muro di facciata in un intervento di recupero a Eichstatt. 1 colonna; 2 travi e colonne HEB 260; 3 tubo con piastra all'estremità; 4 piastra d'irrigidimento; 5 facciata vetrata.



9. Consolidamento della muratura in corrispondenza dell'apertura.



10. Incatenamento di muri di facciata con tiranti.

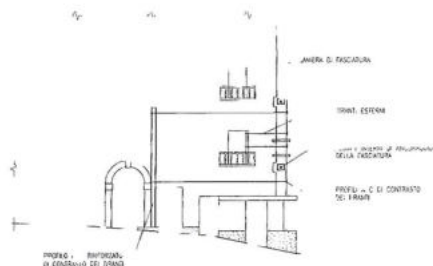


SEDE E STABILIMENTO: PATRICA (FR)
TEL. 0775/88541 - FAX 0775/293177
E-mail: isopan@gruppomanni.it

ISOLARE E PROTEGGERE

UFFICIO DI VERONA
TEL. 045/6339400 - FAX 045/7930025
E-mail: nuova.siprevr@gruppomanni.it

UFFICIO DI CREMA
TEL. 0373/890011 - FAX 0373/82364
E-mail: nuovasiprecr@gruppomanni.it



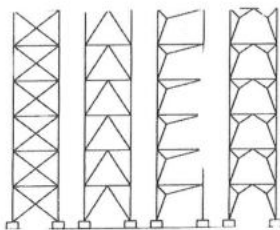
11. Incatenamento degli spigoli mediante angolari.



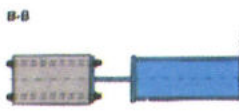
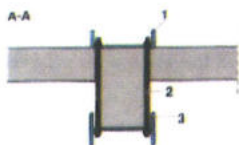
12. Struttura di controvento con croci di S. Andrea nella cattedrale di Montemarano (AV).



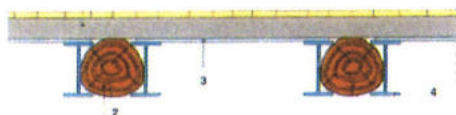
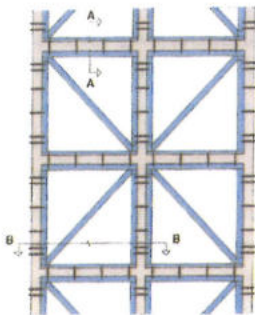
13. Rinforzo di una struttura in c.a. mediante croci di S. Andrea in acciaio.



14. Tipi di strutture di controvento.



15.
1. profili a C
2. Tirante
3. profili HE



16. Rinforzo di impalcato in legno mediante profili laminati a caldo (CNR-Napoli).
1. impalcato esistente
2. travi in legno
3. lamiera stirata con intonaco
4. IPE 180

COSTRUIAMO CON L'ACCIAIO

mento antisismico di strutture in c.a. si può avere nella realizzazione di pareti di taglio con schema di mensola reticolare, aventi il doppio scopo di incrementare sensibilmente la resistenza delle ossature alle forze orizzontali, ma nel contempo di equilibrare la distribuzione delle rigidità intorno al centro di taglio in modo da minimizzare le pericolose oscillazioni torsionali.

La parete di taglio con controventi reticolari in acciaio viene realizzata inserendo nelle maglie del telaio in c.a. una cornice in profilati di acciaio resa solidale al perimetro, entro la quale si dispongono diagonali e controdiagonali secondo lo schema classico a «croce di S. Andrea» (13) o seguendo altre disposizioni più congeniali alla funzionalità dell'edificio (14). Realizzando croci di S. Andrea sull'altezza di due piani, la presenza di una sola diagonale per ogni riquadro dà la possibilità di aprire porte o finestre.

La cornice viene di norma realizzata con profili in acciaio con sezione a doppio T e a C, mentre le aste diagonali possono essere anche ottenute mediante angolari o piatti (15).

Strutture orizzontali

Le tipologie di solai che usualmente completano le costruzioni a struttura muraria appartengono di norma alle seguenti tre categorie:

- solai con travi in legno;
- solai con profilati in acciaio;
- solai misti in c.a. e laterizio.

I solai del primo tipo, particolarmente frequenti nelle costruzioni di vecchia data, come alternativa alla loro sostituzione integrale possono essere rinforzati secondo due modalità costruttive:

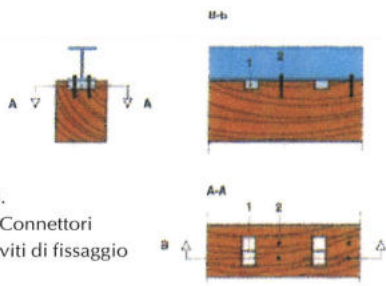
- a) si opera dal basso verso l'alto, rinforzando ogni trave in legno con elementi in acciaio atti ad incrementare la resistenza del solaio e a ridurre la deformabilità. A tale proposito sono possibili numerose soluzioni, tra le quali si ricordano:

- la disposizione di travi metalliche che sor-

PANNELLI PER PARETE
ISOPIANO 1000
PER PARETI DIVISORIE E PARETI ESTERNE
ISORIGHE 1000
CON PARETI MICRONERVATE
ISODOGA 1000
PER CONTROPARETE E CONTROSOFFITTO



17. Rinforzo di un solaio in legno.

18.
1. Connettori
2. viti di fissaggio

reggano le travi in legno in corrispondenza della mezzeria;

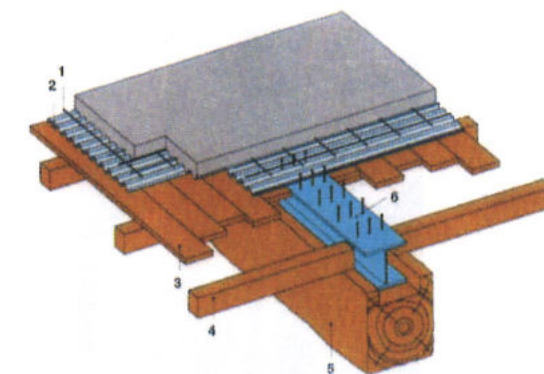
- l'applicazione di profili laminati a caldo o sagomati a freddo solidarizzati con ogni trave in legno mediante perni passanti;
- la disposizione di un profilato piatto introdossale collegato alla trave in legno mediante chaviarde inclinate a 45°.

Tutti i suddetti interventi possono essere integrati da lamiera stirata o rete intonacata al fine di sostenere l'orditura secondaria del telaio (16 e 17).

b) Si opera dall'alto verso il basso quando le travi di legno sono in buone condizioni e meritano di essere lasciate a vista, o nei casi in cui la valenza architettonica o decorativa di tali solai (soffitti decorati o a cassettoni) non permettendo l'intervento dall'intradosso. In tali casi profilati a doppio T in acciaio vengono collocati all'estradosso delle travi esistenti e resi collaboranti tramite appropriati sistemi di connettori concepiti allo scopo di assorbire gli scorrimenti tra i due componenti del nuovo sistema misto acciaio-legno (18).

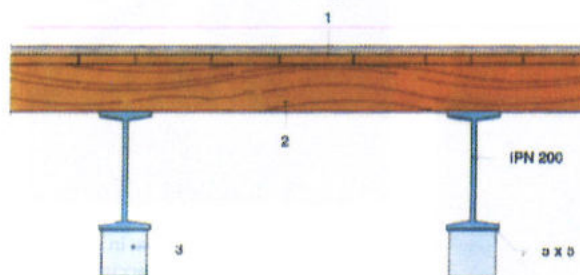
Una variante a questo sistema consiste nell'impiego di piatti di notevole spessore collegati alla trave sottostante mediante bulloni.

Un'interessante applicazione di queste diretti-



19. Rinforzo dell'impalcato in legno nel restauro della Rocca Estense di S. Martino in Rio (RE)

1. rete
2. lamiera grecata
3. assito in legno
4. orditura secondaria in legno
5. trave in legno
6. profilo in acciaio tipo HE

20.
1. Assito esistente
2. orditura in legno
3. quadretto pieno 80x80 saldato

ve è stata realizzata nel restauro della Rocca Estense di S. Martino in Rio (Reggio Emilia).

L'obiettivo è stato salvaguardare l'antico solaio ligneo sostituendone la funzione portante tramite un nuovo solaio in acciaio: i profilati a doppio T, ubicati in appositi alloggiamenti realizzati sopra le travi in legno, sono resi collaboranti con il conglomerato gettato su lamiera grecata grazie alla presenza di pioli in acciaio saldati all'ala superiore (19).

I solai del secondo tipo si trovano sovente negli edifici degli inizi di questo secolo e sono costituiti dall'accoppiamento di putrelle in acciaio con tavelloni in laterizio o voltine in mattoni. A causa del progressivo degrado delle condizioni di vincolo, per essi è necessaria di solito un aumento di rigidità che può essere ottenuto secondo i due seguenti metodi:

- operando dal basso verso l'alto il modulo di resistenza delle travi può essere aumentato saldando all'intradosso dell'ala inferiore una idonea sezione in acciaio con forma di piatto, T rovescio, doppio T ecc. (20);
- operando dall'alto verso il basso, idonee sezioni di acciaio possono essere saldate all'estradosso dell'ala superiore; al fine di irrigidire l'impalcato può essere realizzata una soletta in c.a. resa collaborante con le sotto-

stanti travi mediante opportuni connettori (angolari, ferri a T, tondi ecc.) saldati all'ala superiore della putrella.

I solai misti in c.a. e laterizio possono essere rinforzati secondo le seguenti tecniche:

- placcaggio dei singoli travetti con piastre e profilati in acciaio all'intradosso del solaio, senza la demolizione del laterizio; le piastre vengono solidarizzate ai travetti mediante chiodi, bulloni e collanti epossidici (21);
- rinforzo di tutti i travetti con elementi in acciaio previa demolizione dei laterizi;
- rinforzo attraverso l'uso di profilati a doppio T posizionati all'intradosso dei travetti in c.a. Tale metodo può essere utilizzato anche nel rinforzo di travi in c.a.; il provvedimento può essere eventualmente integrato da un ulteriore sostegno verticale in acciaio collocato in prossimità della mezzeria della trave in calcestruzzo.

Coperture

Le coperture degli edifici murari sono in genere costituite da capriate in legno, il cui degrado risulta sempre accentuato dal diretto contatto con gli agenti atmosferici.

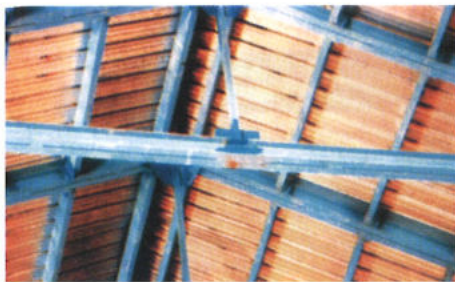
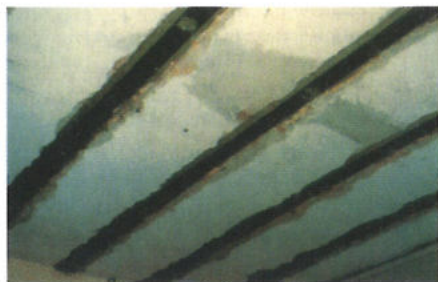


SEDE E STABILIMENTO: PATRICA (FR)
TEL. 0775/88541 - FAX 0775/293177
E-mail: isopan@gruppomanni.it

ISOLARE E PROTEGGERE

UFFICIO DI VERONA
TEL. 045/6339400 - FAX 045/7930025
E-mail: nuova.siprevr@gruppomanni.it

UFFICIO DI CREMA
TEL. 0373/890011 - FAX 0373/82364
E-mail: nuovasiprecre@gruppomanni.it



21. CNR - Area di Ricerca ad Arco Felice, Pozzuoli.

22. La nuova copertura della chiesa del Convento di S. Vincenzo Ferreri a Dragonea, Vietri (Salerno).

Nel caso in cui le condizioni degli elementi lignei siano ancora accettabili è possibile procedere ad un loro consolidamento mediante fasciature con profili in acciaio a C e piastre, solidarizzati alla struttura esistente mediante chiodi o bulloni passanti integrati da resine e collegati tra loro mediante saldatura in opera.

Quando invece la struttura del tetto appare irrecuperabile, la soluzione ottimale consiste nella sostituzione della vecchia orditura lignea con capriate in acciaio completate da lamiera grecata e getto di conglomerato cementizio.

Molto frequente è l'impiego di questa tecnologia nella copertura degli edifici di culto (22).

In numerosi casi la funzione di «tetto» viene integrata da quella di «diaframma», particolarmente importante in zona sismica: a questo scopo si realizza un grigliato orizzontale di travi in acciaio nel piano dei tiranti delle capriate (23) in modo da ottenere un collegamento rigido fra le sommità dei muri.

Nei casi in cui l'edificio a carattere monumentale sia del tutto irrecuperabile a seguito di un degrado in fase avanzata è possibile realizzare una struttura completamente indipendente dall'edificio in muratura da conservare. Questa soluzione è stata adottata nell'intervento di recupero delle rovine della chiesa di San Rocco in Morra de Sanctis (Avellino) (24).

Il problema della messa in forza

Quando elementi integrativi vengono adoperati per il consolidamento di strutture esistenti assume fondamentale importanza il problema della solidarizzazione e della eventuale messa in forza delle nuove membrature con quelle e-

sistenti, allo scopo di garantire la desiderata collaborazione statica. Quando poi gli elementi di rinforzo sono in acciaio, tale aspetto risulta particolarmente delicato poiché tale materiale presenta in genere caratteristiche meccaniche (rigidezza e resistenza) nettamente differenti da quelle dei materiali (muratura, calcestruzzo armato, legno, ghisa) con cui è solitamente realizzato il manufatto da consolidare. Ciò conduce di norma all'impiego di sezioni resistenti in acciaio molto più esigue rispetto a quelle da consolidare, con i conseguenti problemi di contatto e di trasferimento dei carichi da un elemento ad un altro.

I sistemi correnti di messa in forza possono essere divisi in passivi o attivi, a seconda delle modalità con cui gli elementi aggiuntivi esplicano la loro azione statica.

Si definiscono attivi quei sistemi progettati e realizzati allo scopo di introdurre nella struttura esistente una coazione capace di rendere efficace l'intervento di consolidamento indipendentemente dalla presenza dei carichi esterni. Un tale tipo di messa in forza può essere applicato agli interventi:

- tiranti di incatenamento degli edifici ai vari piani allo scopo di incrementare la resistenza alle azioni orizzontali;
- tiranti per il contrasto della spinta di archi e volte;
- sistemi di confinamento di elementi compressi (cerchiature di colonne, pilastri e pareti), nei quali gli elementi aggiuntivi vengono presollecitati per limitare l'espansione laterale della struttura esistente e per incrementarne la capacità portante verticale;
- sistemi costituiti dall'inserimento di elementi integrativi disposti in parallelo (ac-

coppiamento) rispetto a quelli esistenti e che prevedono la messa in forza preventiva degli elementi metallici di rinforzo per sgravare la struttura esistente di una parte dei carichi;

- interventi generici di sostituzione o eliminazione di un elemento portante (apertura di vani, eliminazione di colonne o pareti, svuotamenti parziali o totali di edifici murari) nei quali si renda necessario il controllo degli spostamenti della sovrastruttura, allo scopo di limitarne il danneggiamento.

Si definiscono passivi quei sistemi la cui messa in forza avviene solo in seguito all'applicazione dei sovraccarichi accidentali. Essi sono concepiti allo scopo di integrare la resistenza della struttura solo per il sostegno dei carichi variabili e non per i carichi permanenti. In tali interventi viene prevista la sola solidarizzazione tra gli elementi aggiuntivi e quelli esistenti. Esempi classici di tale tipo di messa in forza si riscontrano nei seguenti interventi:

- sistemi di controventamento di telai in c.a. o di edifici in muratura, destinati all'assorbimento delle azioni orizzontali;
- sistemi di rinforzo di strutture orizzontali (travi, impalcati, solai), progettati per il sostegno dei soli sovraccarichi accidentali;
- sistemi costituiti dall'inserimento di elementi integrativi disposti in parallelo (accoppiamento) rispetto a quelli esistenti, ma che non prevedono la preventiva messa in forza degli elementi metallici di rinforzo.

Sotto il profilo della messa in forza, l'efficacia statica di un intervento di consolidamento è strettamente legata al soddisfacimento delle seguenti condizioni:

- valutazione precisa del grado di collabora-

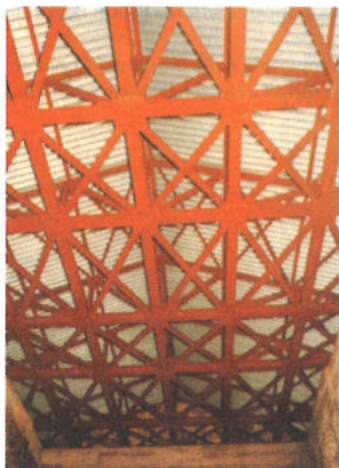
PANNELLI PER COPERTURA

ISODUPLEX 1000

PER COPERTURE DI TETTI A FALDA INCLINATA E PARETI SU GRANDI LUCI

ISOGRECATA 1000

PER COPERTURE DI TETTI A FALDA INCLINATA CON INTERNO IN ALLUMINIO



23. Il grigliato realizzato al di sotto della copertura della chiesa di S. Giugliano (Selofra, Avellino).

24. La copertura dei ruderi della chiesa di S. Rocco in Morra de Sanctis, Avellino.

zione richiesto tra i nuovi elementi e quelli esistenti;

- controllo accurato dei valori di presollecitazione impressi in fase di esecuzione;
- predisposizione di accorgimenti atti a favorire la solidarizzazione tra le vari membrature senza eccessive concentrazioni di tensione.

I sistemi tecnologici adoperati per le procedure di messa in forza devono possedere adeguati requisiti prestazionali atti a garantire il grado di collaborazione statica richiesto e soprattutto una sufficiente affidabilità nel tempo, necessaria per evitare che le strutture esistenti vengano progressivamente sottoposte a carichi crescenti.

I sistemi più comuni comprendono:

- cunei metallici o in legno: vengono adoperati per forzare tra di loro elementi scarsamente sollecitati (ad esempio una trave rompitratto al di sotto di un'orditura di solaio) e presentano il notevole vantaggio di poter essere forzati in più riprese; la messa in forza avviene solitamente a mano oppure, in casi particolari, tramite martinetti; possono essere sconsigliati i cunei in legno a causa delle deformazioni viscosse che tale materiale subisce sotto carico;
- malte a stabilità volumetrica: le attuali disponibilità di mercato offrono prodotti capaci di soddisfare molteplici esigenze con

notevole semplicità esecutiva; in fase di progetto occorre tuttavia considerare che tali prodotti possono essere soggetti a fenomeni viscosi e non possono consentire riprese di messa in forza successive al getto;

- flange o capichiave bullonate: vengono solitamente adoperati per il serraggio di catene, tiranti e anelli di cerchiatura; offrono il vantaggio di poter effettuare la messa in forza in qualsiasi momento e quindi anche in fasi successive alla messa in opera; l'unico accorgimento da seguire in fase di progetto riguarda il calcolo delle sollecitazioni sull'elemento da consolidare allo scopo di limitare pericolose concentrazioni di tensione;
- martinetti piatti: sono in grado di esercitare pressioni notevoli e quindi vengono di norma utilizzati quando occorre mettere in forza tra di loro elementi fortemente sollecitati; risultano, d'altro canto, piuttosto costosi, soprattutto nei casi in cui è necessario lasciarli permanentemente in opera;
- sistemi di messa in forza a caldo: molto diffusi in passato nella cerchiatura di colonne in muratura a mezzo di anelli metallici, sono caduti attualmente in disuso a causa soprattutto della difficoltà di controllare il valore effettivo della forza trasmessa e della forte dipendenza della coazione impressa dalle variazioni termiche giornaliere e stagionali. ◇

Bibliografia

1. F. CARELLA, *La carpenteria metallica nel restauro e nella ristrutturazione degli edifici*, Bollettino degli Ingegneri n. 1+2, 1980.
2. G. MATA CENA, F.M. MAZZOLANI, *Interventi di restauro con strutture in acciaio*, Giornate Italiane della Costruzione in Acciaio CTA, Palermo, ottobre 1981.
3. G. MATA CENA, F.M. MAZZOLANI, *Aspetti evolutivi della prevenzione sismica in Calabria: due esempi di restauro*, L'industria delle Costruzioni, luglio/agosto 1986.
4. F.M. MAZZOLANI, *L'acciaio e il consolidamento degli edifici Acciaio*, 12/1985 & 1/1986.
5. *Principi di Progettazione e rassegna di interventi*, Acciaio e Riuso Edilizio, Nuova Italsider, 1986.
6. F. RONSISVALLE/E. GRIFA, *L'uso dell'acciaio nel restauro di edifici di interesse storico monumentale*, Acciaio 2/1988.
7. *L'acciaio nel restauro e nell'adeguamento strutturale*, Acciaio e Riuso Edilizio, Nuova Italsider, 1988.
8. F.M. MAZZOLANI, G. MELE, *Criteri di progetto per l'adeguamento antisismico dell'Ospedale Cardarelli di Napoli*, Quaderni di Teoria e Tecnica delle Strutture, 1988.
9. M. CANDELA, A. MANDARA, F.M. MAZZOLANI, *L'uso dell'acciaio nel restauro degli edifici di culto in Campania*, Giornate Italiane sulla Costruzione in Acciaio CTA, Capri, ottobre 1989.
10. F.M. MAZZOLANI, A. MANDARA, *L'uso dell'acciaio negli interventi di restauro nell'edilizia monumentale nell'Italia Meridionale*, Acciaio, 1989.
11. F.M. MAZZOLANI, *Refrubishment and extensions: the case for steel*, Int. Symp. ICSC, Luxembourg, maggio 1990.
12. F.M. MAZZOLANI, *Refrubishment*, Arbed 1990.
13. F.M. MAZZOLANI, A. MANDARA, *L'acciaio nel consolidamento*, ASSA, 1991.
14. F.M. MAZZOLANI, A. MANDARA, *L'acciaio nel restauro*, ASSA, 1992.
15. A. MANDARA, *L'impiego dell'acciaio nel consolidamento di elementi murari verticali*, L'Edilizia, n. 11, 1992.
16. F.M. MAZZOLANI, *Interventi nella pratica costruttiva*, Relazione generale IV Congresso ASS.I.R.CO., Prato, giugno 1992.
17. F.M. MAZZOLANI, *The use of steel in refrubishment*, 1° World Conference on Constructional steel Design, Acapulco, novembre 1992.
18. F.M. MAZZOLANI, A. MANDARA, *Structural preservation of the Centro Storico of Naples*, IABSE, Structural Engineering 1993.
19. F.M. MAZZOLANI, *Il consolidamento strutturale*, dal volume *La progettazione in acciaio*, CREA 1994.



SEDE E STABILIMENTO: PATRICA (FR)
TEL. 0775/88541 - FAX 0775/293177
E-mail: isopan@gruppomanni.it

ISOLARE E PROTEGGERE

UFFICIO DI VERONA
TEL. 045/6339400 - FAX 045/7930025
E-mail: nuova siprevr@gruppomanni.it

UFFICIO DI CREMA
TEL. 0373/890011 - FAX 0373/82364
E-mail: nuovasiprecr@gruppomanni.it

CONCLUSIONI

Salvatore Mura
Presidente ACAI

Questo intervento mi dà l'occasione di esprimere nel modo più diretto e pubblicamente le congratulazioni agli organizzatori per l'importante e ricca tematica trattata in questo convegno. Sono stati raccolti molti contributi e, francamente, non ritengo di dover aggiungere altre considerazioni a quelle emerse nel corso del convegno e delle discussioni che sono seguite, che mi sembrano essere state esaurienti.

Vorrei invece dare un succinto quadro panoramico delle costruzioni metalliche in Italia e del ruolo dell'ACAI.

Un cenno al mercato.

Il mercato è ancora caratterizzato da una domanda debole per la crisi strutturale e congiunturale che, dal 1992 attanaglia il comparto delle costruzioni, anche se molti sono i segnali che fanno intravedere una possibile inversione di tendenza. È sempre il comparto delle opere pubbliche infrastrutturali quello che ha presentato le più forti negatività.

Più dinamico si presenta il comparto del recupero e della manutenzione che ha visto consolidarsi i segnali positivi già manifestatisi nella seconda metà del 1997.

Per le aziende che operano nel settore dell'industria la situazione appare più favorevole. Mentre nel recente passato era stata la legge Tremonti ad imprimere dinamismo alla domanda, oggi questa è spinta dalla ripresa degli investimenti destinati alla riduzione dei costi, allo sviluppo ed al miglioramento della qualità e del livello di servizio delle aziende che esportano. In un mercato non esaltante le costruzioni metalliche soffrono ulteriormente per l'assenza di politiche che indirizzino la domanda verso l'acciaio.

In proposito l'ACAI da tempo sottolinea con forza la necessità di dare un connotato più chiaro al costruire in acciaio e di conseguenza sviluppa di concerto con altre associazioni una

intensa campagna promozionale presso gli organi istituzionali, le autorità e gli istituti economici affinché l'acciaio trovi la sua giusta considerazione.

L'ACAI è chiamata oggi come nel passato a svolgere il ruolo di promotore dello sviluppo dell'impiego dell'acciaio e della crescita delle aziende che operano nel mercato delle costruzioni metalliche.

Questo ruolo è oggi ancora più essenziale poiché il mercato esce con fatica da una crisi senza precedenti nel dopoguerra.

A questo mercato il sistema produttivo delle costruzioni metalliche si presenta ancora con caratteristiche di frammentazione.

Sono molte le aziende di piccola dimensione ma tutte molto aggressive e tutte molto ben orientate verso l'innovazione.

Queste aziende, pur fra tante difficoltà, sono riuscite a costituire un rapporto coerente tra posizionamento nei mercati e capacità di definizione dei prodotti, e a definire nuove logiche di produzione inserendo nel mercato prodotti, sistemi e servizi sempre innovabili con processi molto flessibili sorretti da adeguate risorse di ricerca e sviluppo. Tutto il comparto delle costruzioni metalliche considera infatti fattore discriminante la qualità e l'innovazione.

In questo scenario il sostegno per le iniziative su questi temi dell'innovazione e della qualità è elemento strategico dell'azione dell'ACAI come è elemento strategico quello di ricercare ampie intese con le organizzazioni imprenditoriali per tutelare e valorizzare la costruzione metallica.

L'ACAI inoltre, e questo è il compito più arduo, intende portare all'attenzione degli organi di governo proposte utili a definire più correttamente la legislazione che regola gli appalti pubblici nonché le disposizioni che disciplinano le commesse di investitori privati.

In proposito segnalo alcuni fatti che penaliz-

zano fortemente le costruzioni metalliche.

L'acquisizione di commesse, specialmente quelle legate alle opere pubbliche da parte delle imprese di costruzioni metalliche di norma non avviene direttamente. Generalmente, infatti, i bandi di gara fanno sì che l'Ente appaltante si rivolga a un'impresa generale di costruzioni, che assume il ruolo di appaltatore. In un secondo tempo l'appaltatore subappalta opere particolari a imprese specializzate: così è per l'impiantistica, così è anche per le costruzioni in acciaio.

La prassi più diffusa è quella di trasferire *in toto* le prescrizioni e le onerosità del contratto dall'appaltatore al subappaltatore. Più difficile, invece, il riconoscimento di eventuali condizioni di vantaggio, anche se previste dal contratto base.

La conseguenza è stata che la crisi che negli ultimi anni ha colpito le imprese generali di costruzione si è riversata pesantemente sui subappaltatori, ivi comprese le aziende di costruzioni in acciaio, causando gravi dissesti e la scomparsa di prestigiosi nomi considerati in Italia e nel mondo sinonimi di alta qualità e di grande capacità realizzativa.

Per rimediare a questa situazione l'ACAI ha chiesto che prima di dare il via definitivo alla nuova legge sugli appalti pubblici ed ai relativi regolamenti applicativi siano prese in esame le seguenti proposte.

L'esame della legge e della riforma dell'albo nazionale dei costruttori e dei suoi aggiornamenti mette in risalto il forte ridimensionamento che si è voluto imporre alle categorie specialistiche negli appalti pubblici. Pur ampliando numericamente la loro presenza si è voluto mortificare il ruolo attivo che le stesse potevano giustamente occupare nella realizzazione delle opere appaltate dalla Committenza pubblica.

Con l'attuale riforma dell'Albo Nazionale dei Costruttori e con le nuove regole inserite nella legge sugli appalti si otterrà che:

- le imprese generali potranno partecipare a qualsiasi tipo di gara della categoria generale di appartenenza, senza obbligo di possedere, in proprio o attraverso mirate associazioni,

PANNELLI PER COPERTURA

ISOTEGO 1000

PER COPERTURE DI TETTI A FALDA INCLINATA

ISODECK 40 -1000

IN MONOLAMIERA PER COPERTURE DI TETTI A FALDA PIANA IMPERMEABILIZZATI

specifiche competenze realizzative, per l'esecuzione di opere strutturali che richiedono invece il possesso di propri requisiti tecnologici;

- le imprese specialistiche invece dovranno vivere costantemente in un clima di precarietà dovendo operare solo e se richiesto dalle imprese generali assegnatarie senza particolari tutele, dovendo il più delle volte confrontarsi poi con realtà prive di specifiche competenze e qualificazioni che, non avendone i costi conseguenti, potranno praticare quotazioni sicuramente inferiori.

L'ACAI chiede:

1. di inserire precise norme che prevedano per tutte le opere di particolare rilevanza non solo sotto l'aspetto quantitativo ed economico, ma anche sotto quello strutturale (per i suoi risvolti in termini di sicurezza), l'utilizzo di imprese specialistiche qualificate che siano in grado di fornire reali testimonianze in termini di qualità e sicurezza;
2. che in materia di sicurezza non si trascurino gli aspetti strutturali per i quali oggi è sufficiente l'osservanza burocratica delle norme dettate dalla legge 1086 del 1971, senza però richiedere specifiche garanzie esecutive procedurali da parte di chi deve realizzare l'opera;
3. che si dia maggior peso e rilevanza alla garanzia di qualità.

La riforma deve definire quali vantaggi sono riservati all'operatore in possesso della certificazione del sistema di qualità al fine di evitare che l'unico parametro di confronto sia sempre e solo il prezzo.

L'introduzione della figura dell'Impresa qualificata sicuramente è di taglio europeo, ma non definendo contestualmente l'organo abilitato al rilascio di tale titolo lascia la riforma a metà. La realtà delle cose ci ha insegnato, e ancor oggi ci conferma, che non esistono certificazioni rilasciate da enti, siano questi pubblici o privati, che si possono considerare veramente oggettive.

Molto meglio sarebbe se, per dare maggiore trasparenza, fosse previsto di inserire nelle commissioni di esame, anche senza diritto di voto, un rappresentante della categoria specialistica che avrebbe la possibilità di verificare la

corretta interpretazione ed applicazione delle norme. Tutto questo darebbe maggiori garanzie sulla congruità del giudizio espresso.

Manca, quindi, il riconoscimento concreto del reale valore della qualificazione.

Legislazioni di altri paesi europei, in materia di appalti pubblici, prevedono già una maggiore tutela dell'intera catena degli operatori impegnati nella realizzazione delle opere complete. In alcuni casi prevedono appalti distinti per opere rilevanti con caratteristiche differenziate e impongono la costituzione da parte degli appaltatori di «raggruppamenti realizzativi».

La legge italiana non contempla questa prassi, forse per un eccessivo «riguardo» per l'impresa generale che figura come unico appaltatore, il cui ruolo potrebbe risultare notevolmente ridimensionato.

4. Che la nuova legge preveda interventi correttivi per arginare la corsa al ribasso dei prezzi.

L'attuale situazione espone la Committenza a rischi e inconvenienti derivanti dalle iniziative poste in essere dagli appaltatori per rientrare in limiti di costo accettabili.

Sarebbe opportuno:

- prevedere un «performance bond» a garanzia degli impegni contrattuali, per prevenire le inadempienze temporali e realizzative che spesso si verificano nelle opere pubbliche;
- fissare un «tetto» percentuale agli sconti praticati e prevedere garanzie fideiussorie incrementate di tanti punti percentuali quanti sono quelli eccedenti il massimo di sconto stabilito.

Si va sempre più estendendo, in questi ultimi tempi, l'abitudine, da parte di molte imprese, di partecipare a gare presentando ribassi consistenti per poi, ad aggiudicazione avvenuta, procedere alla verifica sulla congruità e sulla remunerazione dell'importo d'asta depurato del ribasso praticato. In caso di non convenienza l'impresa mette in atto le più diverse motivazioni per non adempiere agli impegni assunti. Tutto questo ribalta sulla committenza tutte le conseguenze negative derivanti da tale comportamento.

È ormai improcrastinabile studiare un apposito regolamento che abbia lo scopo di limitare se

non proprio debellare questo sistema che si va sempre più affermando, attraverso idonei provvedimenti quali:

- l'immediata escussione della fideiussione presentata in fase di gara;
- il richiamo prima, la sospensione poi ed eventualmente l'esclusione dalle gare per tutte quelle imprese che ripetutamente utilizzano questo sistema di partecipazione alle gare.

Per quanto riguarda la committenza privata, oltre al rispetto della normativa prevista dalla legge 1086/71, non esistono particolari prescrizioni se non relativamente all'impiantistica e alla prevenzione dal fuoco. Nessuna particolare garanzia, eccettuato il deposito della documentazione presso il Genio Civile, è richiesta per quanto riguarda l'esecuzione delle opere statiche, oltre al coinvolgimento del collaudatore, laddove previsto.

Appare quantomeno singolare e anacronistico che non sia previsto l'obbligo di servirsi di aziende qualificate, cioè dotate di cultura e capacità realizzative tali da poter offrire reali garanzie.

Una nuova proposta di legge mira a introdurre una sorta di «Albo» anche per le aziende di costruzioni «abilite» ad eseguire lavori per la committenza privata. L'ACAI auspica di poter avere l'opportunità di dare un apporto costruttivo alla definizione dei criteri e delle regole per l'ammissione delle aziende a tale «Albo» e che in un futuro non troppo lontano la legislazione italiana attribuisca un valore concreto all'azienda qualificata quale potenziale esecutore di opere sia per la committenza pubblica sia per quella privata. Si realizzerebbe, tra l'altro, un avvicinamento alla legislazione di altri paesi dell'Unione Europea, dove già è prevista l'obbligatorietà di precise garanzie nei confronti del committente pubblico o privato.

L'ACAI chiede infine che si formulino procedure puntuali che diano garanzie ai crediti delle piccole e medie aziende (più frequentemente subappaltatori) che di fatto, come anelli finali della catena, finiscono per svolgere un ruolo di finanziatori degli appaltatori principali, sopportando tutti gli oneri senza godere dei vantaggi e subendo anche l'incertezza del rispetto dei tempi di pagamento. ◇

TOSONI 

OFFICINE TOSONI LINO S.p.A.

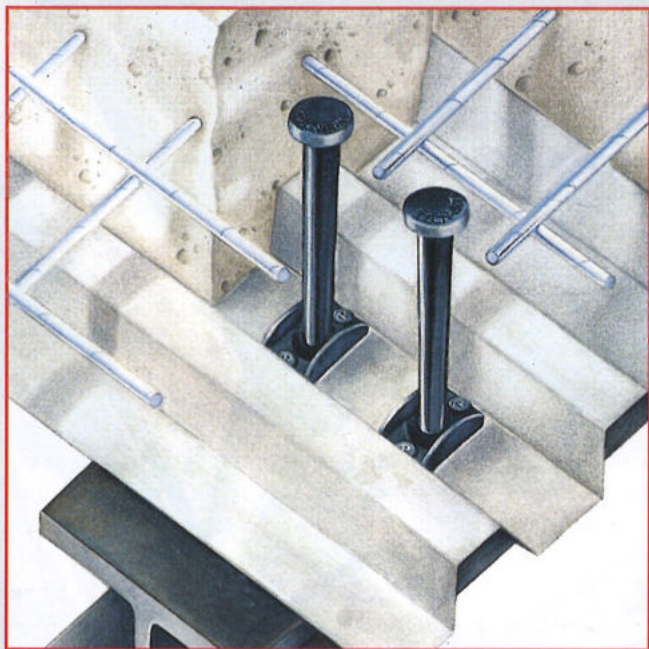
37069 Villafranca, Verona, Italy

Viale 1° Maggio, 8

Telefono 045 6331111

Fax 045 6300308

Strutture collaboranti acciaio calcestruzzo con CONNETTORE a PIOLO collegato alla struttura metallica mediante chiodatura

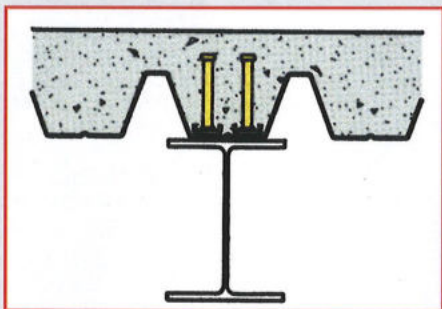


I vantaggi del sistema:

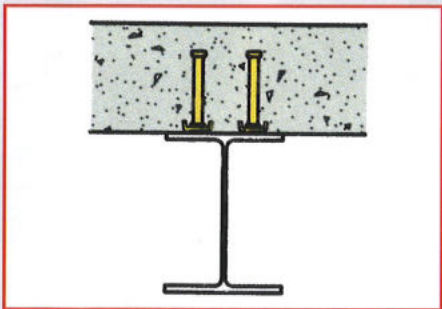
- ▶ Evita l'operazione di saldatura
- ▶ Indifferente alla condizione superficiale delle parti collegate (vernici protettive o ruggine) ed alle condizioni climatiche
- ▶ Applicabile sopra la lamiera o direttamente sulla putrella
- ▶ Manodopera richiesta non specializzata
- ▶ Tempi ridottissimi di applicazione
- ▶ L'insieme chiodo, piolo e piastrina hanno dimostrato un comportamento duttile e ad alta affidabilità
- ▶ Attrezzatura di fissaggio (inchiodatrice pneumatica o a sparo) a basso investimento e molto maneggevole
- ▶ Testato secondo procedure delle istruzioni CNR 10016 all'Università di Padova, Istituto di Scienza e Tecnica delle Costruzioni.

...ed in più tutti i vantaggi statici ed economici che si ottengono dalla realizzazione di una struttura mista!

IL NUOVO



IL RESTAURO



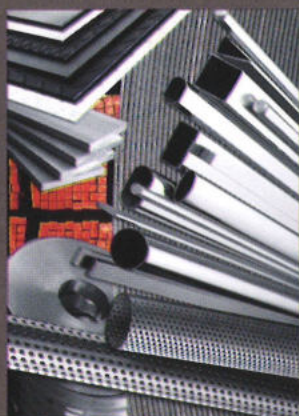
Il sistema di consolidamento che permette interventi sia su strutture nuove che il restauro delle esistenti!

TECNARIA®



La Materia prima per costruire

- Tubi saldati da nastro a caldo e zincati
- Tubi saldati da nastro a freddo, decapati e zincati
- Tubi saldati alto spessore
- Tubi senza saldatura
- Tubi trafilati
- Tubi refrigerazione
- Tubi doppia parete
- Pannelli coibentati
- Profilati aperti
- Trafilati
- Piattine
- Nastri
- Lamiere
- Lamiere da treno
- Lamiere grecate
- Divisione inox
- Divisione alluminio



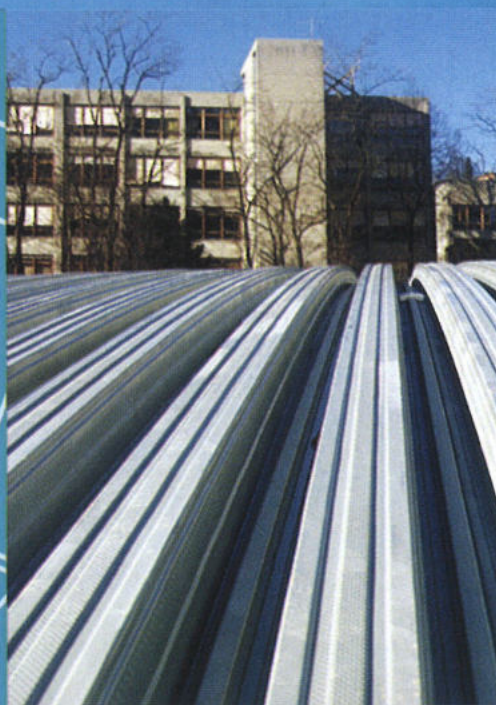
MARCEGAGLIA S.p.A.

46040 Gazoldo Ippoliti - Mantova
via Bresciani, 16 - Italy
Phone +39 . 376 . 685 1
Fax +39 . 376 . 685 600

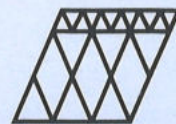


BROLLO PROFILATI

20126 Milano
viale Sarca, 336
Tel. +39 . 2 . 6617 17 1
Fax +39 . 2 . 6617 17 22



GRUPPO MARCEGAGLIA



GRUPPO MANNI



Fra il PROGETTISTA e il nostro GRUPPO, un dialogo che da sempre ha migliorato la qualità del LAVORO. DI ENTRAMBI.

IL GRUPPO

Affidabilità e sicurezza, essenzialità ed estetica: in una parola l'acciaio.

Dal materiale laminato a caldo alle diverse fasi di lavorazione, sino alla preparazione dei singoli elementi strutturali resi in cantiere. Un processo vasto ed articolato, che il gruppo Manni affronta con tre anime differenti.

Sipre, Isopan e Manni Siderurgica: tre risposte, precise e sicure, a tutte le esigenze di un mercato in evoluzione. Commercio, servizio e industria si incontrano sinergicamente, per proporre un prodotto al di sopra delle parti.

Come l'acciaio, appunto.

LE CIFRE

In sintesi, il Gruppo Manni significa: cinque società operative, sei centri di produzione, cinque centri di distribuzione, quindici aree di gestione tecnico-commerciale, cinquanta punti vendita, un dipartimento estero, una divisione d'ingegneria strutturale, 250.000 tonnellate di acciaio lavorato e distribuito, oltre 4 milioni di metri quadrati di pannelli prodotti e distribuiti in Italia e all'estero, 15 dirigenti e quadri, oltre 300 dipendenti diretti e 200 collaboratori esterni, e un fatturato di oltre 300 miliardi.

THE GROUP

Reliability and safety, essential and aesthetics: in a phrase "the Steel".

From hot rolled material to the different prefabrication stages, up to the finished structural elements ready for the erection delivered directly to the construction yard. A wide and well defined process, that Manni Group meet with three different companies.

Sipre, Isopan and Manni Siderurgica: three precise and reliable answers to all market requirements.

Trading, service and industry meet in a synergistic way in order to present a product superior to the elements: the steel.

THE STATISTICS

In practice, Manni Group means: 5 operating companies, 6 Production Centers, 5 distribution Centers, 15 areas of technical-commercial administration, 50 sale points, 1 foreign department, 1 Metastemi engineering structural division, 250.000 tonnes of prefabricated and distributed steel, over 4 million square meters of panels produced and distributed in Italy and abroad, 15 managers, over 300 direct staff plus 200 outside agents. Turnover: 300 billion liras.